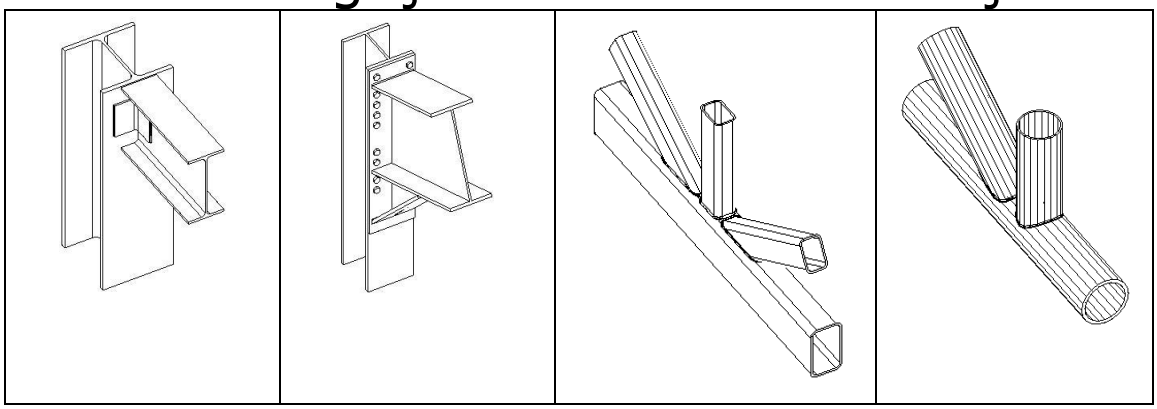
Arktec

Manual de Instruções

T-Connect 7.5

Cálculo de ligações entre barras de aço



Rev. 7.5.00 Junho 2012

PUBLICADO POR
Arktec, S.A.

Copyright © 2008-2012 por ***Arktec, S.A.***
Reservados todos os direitos.

Proibida a reprodução total ou parcial deste manual, mesmo quando citada a sua procedência.

Importante:

Qualquer manipulação dos ficheiros do programa, bem como a sua listagem, descompilação, desassemblagem, etc., alheias às operações descritas neste manual, pode afectar o seu correcto funcionamento, reservando-se a ***Arktec***, no caso mencionado, o direito de aplicar as cláusulas de rescisão da licença de utilização, que figuram na mencionada Licença.

O programa necessita, para o seu correcto funcionamento, que durante a sua utilização se encontre permanentemente colocada na porta paralela ou USB do computador a chave de protecção que é fornecida com o programa. Em certos modelos de impressora ou plotter, quando esta se encontra conectada em série com a chave do programa, é necessário que se encontrem permanentemente 'on-line'. Os fabricantes das chaves de protecção não asseguram o seu correcto funcionamento quando se conectam várias chaves em série, quer sejam do mesmo ou de diferentes fabricantes, pelo que aconselhamos a colocar somente a chave a utilizar em cada caso. Uma possível solução é instalar várias saídas paralelas no computador.

T-Connect, Tricalc, Gest, GestCon, Segur, Constructo, MidePlan e ***Arktecad*** SÃO MARCAS REGISTADAS DA
Arktec, S.A.
WINDOWS, PROJECT, EXCEL E ACCESS SÃO MARCAS REGISTADAS DA MICROSOFT CORP.
AUTOCAD É MARCA REGISTADA DE AUTODESK INC.

Para qualquer consulta relacionada com este manual ou com os programas, pode dirigir-se à respectiva delegação da ***Arktec*** em:

Arktec, S.A. Cronos, 63 - Edifício Cronos E28020 Madrid (Espanha) Tel. (+34) 91 556 19 92 Fax (+34) 91 556 57 68 madrid@arktec.com	***Arktec Portugal Lda.*** Av. Miguel Bombarda, 36 – 11º A - Edifício Presidente P1050 - 165 Lisboa (Portugal) Tel. (+351) 21 793 27 55 Fax (+351) 21 793 81 83 lisboa@arktec.com
Arktec, S.A. Bailén 7, 3º A E08010 Barcelona (Espanha) Tel. (+34) 93 265 21 84 Fax (+34) 93 265 28 69 barna@arktec.com	***Arktec México, S.A. de C.V.*** Leibnitz No. 270 - 202 - Colonia Nueva Anzures 11590 México D.F. (México) Tel. (+52) (55) 5254 1160 Fax (+52) (55) 5254 1190 mexico@arktec.com
Arktec, S.A. Moratín, 17 2º E46002 Valencia (Espanha) Tel. (+34) 96 112 07 20 Fax (+34) 96 112 07 05 valencia@arktec.com	

http://www.arktec.com/portugal
e-mail: lisboa@arktec.com

Prólogo

O manual de instruções do ***T-Connect***, para o cálculo de ligações de barras de aço, foi desenvolvido para facilitar a utilização do programa a todos aqueles que possam vir a converter-se em futuros utilizadores. Foi nossa intenção criar um documento útil, tanto para pessoas pouco familiarizadas com a utilização dos computadores pessoais, como para aqueles que têm já uma larga experiência na utilização dos mesmos. Foi igualmente nossa intenção que o programa e, portanto, este manual, esteja vocacionado para aqueles que pretendam manuseá-lo em toda a sua complexidade, como para utilizadores que queiram realizar cálculos menos complexos.

Tanto o programa como este manual foram desenvolvidos com o objectivo de proporcionar ferramentas de trabalho fáceis de manipular pelos utilizadores. A melhor forma de consegui-lo é recolhendo todas as sugestões e correcções que nos façam chegar, as quais desde já agradecemos sinceramente.

Com os nossos melhores cumprimentos e na esperança de que os nossos programas e este manual sejam do vosso agrado,

Arktec

Índice

INTRODUÇÃO 11
Equipamento necessário 11
Suporte da arquitectura x64 11
Processo de Instalação do Programa 12
Funcionamento das chaves de rede 20
Conceitos prévios 21
Tipos de redes 21
O gestor de licenças 22
O equipamento "Servidor de licenças" de rede 22
Sistemas operativos, redes e protocolos suportados 22
Processo de instalação 23
Instalação do servidor de licenças conjuntamente com o programa 23
Instalação do servidor de licenças independentemente da aplicação 29
Configurar o acesso remoto à chave de rede 29
Sintaxes do ficheiro de configuração NetHASP.INI 31
Instalação num equipamento que não está ligado a uma rede local. 33
A memória da chave 37
Mensagens 37
Perguntas Frequentes 38
Problemas e soluções 39

CÁLCULO DE LIGAÇÕES DE ESTRUTURA METÁLICA *T-CONNECT* 43
Introdução 43
Modelação: Tipos de ligações permitidas 44
Alterações nas Bases de perfis 45
Materiais: Aço Estrutural 47
Esquema geral de funcionamento 48
T-Connect: Configuração integrada dentro do Tricalc 48
T-Connect: Configuração independente do *Tricalc* 49
Menu de T-Connect: Funções de *Tricalc* 49
Utilizar uma estrutura para calcular as suas ligações 50
Recuperar uma estrutura do *Tricalc*. 50
Recuperação de estruturas criadas com *demoTricalc* 50
Recuperação da estrutura no formato DXF3D 51
Recuperação da estrutura a partir do formato ASCII 52
Modelos de ligações 52
Desenho de modelos 53
Modelos adaptáveis a diferentes nós 53
Condições que os perfis devem de cumprir 53
Conceito de componente segundo o EC3 54
Organização dos modelos de ligações 54
Critério de sinais dos esforços 55
Como começar a desenhar modelos de ligações? 57
Atribuir ou modificar uma ligação 58
Ver as ligações atribuídas a um nó 61
Ligações possíveis para um determinado nó 62
Ligações disponíveis 64
Cálculo de ligações sem estrutura 64

Assistentes de definição de modelos 65
Caixas de diálogo comuns aos assistentes 67
Esforços e Perfis 67
Importação de Combinações a partir de ficheiros 70
Importação de modelos existentes 72
Soldaduras 74
Identificação e Resultados 76
Exportação 77
Caixas de diálogo particulares para cada tipo 78
Ligação viga-pilar pela alma do pilar soldada 79
Ligação viga-pilar pela alma do pilar com angulares soldadas 80
Ligação viga-pilar pelo banzo do pilar com angulares soldados 81
Ligação viga-pilar pelo banzo do pilar soldada 82
Ligação de vigas enfrentadas soldadas 83
Ligação viga-pilar pelo banzo do pilar com chapa de extremo 83
Placa de extremo 84
Rigidificadores 85
Ligação viga-pilar pelo banzo do pilar com angulares aparafusadas 85
Ligação viga-pilar pela alma do pilar com angulares aparafusadas 87
Ligação de vigas enfrentadas aparafusadas 87
Placa de extremo 87
Cartelas 88
Ligações de perfis ocos 88
Elementos particulares 88
Valores pré-definidos 91
Perfis pré-definidos 91
Valores pré-definidos para ligações soldadas 94
Ligação viga-pilar pela alma do pilar soldada 94
Ligação viga-pilar pela alma do pilar com angulares soldadas 94
Ligação viga-pilar pelo banzo do pilar com angulares soldadas 94
Ligação viga-pilar pelo banzo do pilar soldada 94
Ligação de vigas enfrentadas soldadas 95
Valores pré-definidos nas ligações aparafusadas 95
Ligação viga-pilar pelo banzo do pilar com chapa de extremo 95
Ligação viga-pilar pelo banzo do pilar com angulares aparafusadas 96
Ligação viga-pilar pela alma do pilar com angulares aparafusadas 96
Ligação de vigas enfrentadas aparafusadas 96
Valores por defeito em ligações ocas *T-Connect* 3 e 4 97
Ligação de perfis ocos em T e em Y 97
Ligação de perfis ocos em K e em N 98
Ligação de perfis ocos em X 99
Ligação de perfis ocos em KT 100
Reajuste de valores 101
Reajuste de Ligações soldadas *T-Connect*.1 102
Ligação soldada viga-pilar pela alma do pilar 102
Ligação soldada viga-pilar pela alma do pilar com angulares 102
Ligação soldada viga-pilar pelo banzo do pilar com angulares 102
Ligação soldada viga-pilar pelo banzo do pilar 103
Ligação soldada de vigas enfrentadas 103
Reajuste de Ligações Aparafusadas *T-Connect* 2 103
Ligação viga-pilar pelo banzo do pilar com chapa de extremo 103

Ligação aparafusada viga-pilar pelo banzo do pilar com angulares 104
Ligação aparafusada viga-pilar pela alma do pilar com ângulares 104
Ligações aparafusadas de vigas enfrentadas 104
Reajuste de Ligações ocas *T-Connect* 3 e 4 105
Ligação de perfis ocos em T, Y e X 105
Ligação de perfis ocos em K e em N 105
Ligação de perfis ocos em KT 105
Cálculo das ligações 106
Opções de cálculo 106
Ficha *Gerais* 107
Separador "Coeficientes de Segurança" 108
Separador "Cálculo 2º ordem" 109
Tipos de parafusos 110
Cálculo da rigidez da ligação em T-Connect 111
Classificação da ligação pela sua rigidez 112
Cálculo automático 113
Método de cálculo das componentes *T- Connect* 1 e 2 114
Componente *"Painel da alma do pilar ao corte"* 114
Componente *"Alma do pilar em compressão transversal (horizontal)"* 116
Componente *"Alma do pilar em tracção transversal (horizontal)"* 118
Componente *"Banzo do pilar em flexão"* 119
Banzos de pilares não rigidificados em ligações aparafusadas 120
Banzos de pilares rigidificados em ligações aparafusadas (com placa de extremo ou angulares de banzo) 121
Banzos de pilares não rigidificados nas ligações soldadas 121
Componente *"Placa de extremo em flexão"* 122
Componente *"Lado de angular em flexão"* 125
Angulares aparafusadas nos banzos da viga e no pilar 125
Angulares na alma da viga e aparafusados ao pilar 126
Angulares na alma da viga e soldadas ao pilar 126
Componente *"Banzo e alma da viga ou pilar, em compressão longitudinal"* 127
Componente *"Alma da viga em tracção longitudinal"* 128
Componente *"Chapa em compressão ou tracção longitudinal"* 129
Chapas aparafusadas 129
Chapas soldadas 130
Componente *"Parafusos à tracção"* 131
Componente *"Parafusos ao transverso"* 132
Componente *"Parafusos à plastificação"* 133
Componente *"Soldaduras"* 133
Soldadura em ângulo 134
Comprimento das soldaduras, ℓ 134
Espessura efectiva da garganta, a 134
Resistência de uma soldadura em ângulo 134
Método direccional 134
Componente *"Alma do pilar em flexão por compressão ou tracção"* 135
Momento Resistente da Ligação 136
Generalidades 136
Ligação soldada 137
Ligações aparafusadas viga – pilar com placa de extremidade 137
Método de cálculo de ligações de secções ocas *T-Connect* 3 e 4 137
Outras comprovações em *T-Connect* 1 e 2 138

Resistência ao transverso e deslizamento no Estado Limite Último da ligação 138
Ligações soldadas 138
Grupos de parafusos 138
Ligações resistentes ao deslizamento com parafusos de classes 8.8 ou 10.9 139
Resistência de cálculo ao deslizamento 139
Tracção e transverso combinados 139
Resistência ao deslizamento em Estado Limite de Serviço da ligação 140
Resistência de cálculo ao deslizamento (ligações de categoria B) 140
Tracção e transverso combinados 140
Comprovação dos componentes *T-Connect* 1 e 2 140
Ligação soldada viga-pilar pela alma do pilar soldado 141
Ligação viga-pilar pela alma do pilar com angulares soldadas ou aparafusadas 141
Ligação viga-pilar pelo banzo do pilar com angulares soldadas ou aparafusadas. 142
Ligação soldada viga-pilar pelo banzo do pilar soldada. 142
Ligação de vigas enfrentadas soldadas: estudam-se as vigas por separado. 142
Ligação viga-pilar pelo banzo do pilar com chapa de extremo 143
Ligação aparafusada de vigas enfrentadas aparafusadas 143
Dissociação e agrupamento de ligações 143
Mensagens de Erro e Advertências 145
Erros na geometria e desenho das ligações *T-Connect*.1 e 2 145
Erros relacionados com os perfis 145
Erros relacionados com os rigidificadores horizontais 145
Erros relacionados com as cartelas (esquadros) 146
Erros relacionados com as chapas de reforço da alma 146
Erros relacionados com as chapas de respaldo 146
Erros relacionados com as chapas de extremo 146
Erros relacionados com as cartelas (esquadros) 147
Erros relacionados com as angulares 147
Erros na geometria de ligações de perfis ocos *T-Connect* 3 e 4 148
Erros no cálculo das ligações *T-Connect.*1 e 2 149
Erros relacionados com os esforços 149
Erros relacionados com as dimensões 150
Erros de resistência 150
Erros relacionados com as distâncias entre parafusos 151
Erros em cálculo de ligações de perfis ocos *T-Connect*.3 e 4 152
Resultados 153
Saída de desenhos de pormenorização das ligações 153
Opções: Separador *Geral* 153
Opções: Separador *Ligações (Aço)* 154
Opções: Separador *"Placas Ancoragem"* 155
Desenhos: critério de representação das soldaduras 158
Identificação das ligações nos desenhos 159
Relatório de cálculo e cálculo 161
Opções de apresentação 161
Informação a incluir 162
Listagem de erros 167
Bibliografia 169

Capítulo 1

Introdução

Equipamento necessário

A configuração mínima para a utilização do programa é:

- Computador pessoal compatível com processador Pentium IV ou superior.
- Sistema operativo Windows 2000, Windows XP, Windows 2003 Server e Windows Vista ou 7.
- 512 Mb de memória RAM mínima e 1 Gb recomendada.
- Unidade de CD-ROM.
- Monitor gráfico XGA (1024x768) ou superior compatível com Windows.
- Rato ou elemento sinalizador compatível com Windows.
- Impressora e/o plotter, compatíveis com Windows.
- Protocolos de comunicação IPX, TCP/IP e NetBIOS. (em chaves de protecção de Rede)
- Placa de Rede (em chaves de protecção de Rede)

Suporte da arquitectura x64

O programa permite a instalação e execução em sistemas de 64 bits; tanto em licenças monoposto como de rede. Neste último caso, o servidor de licenças pode estar num sistema de 64 bits.

Para poder definir-se um sistema como sendo de 64 bits, devem verificar-se dois requisitos em simultâneo:

- Possuir um processador com extensões de 64 bits (EM64T), como os Intel Pentium D, Intel 64 bits Xeon ou AMD Athlon 64.
- Possuir um sistema operativo de 64 bits como o Microsoft Windows XP x64 Edition ou Microsoft Windows 2003 Server x64 Edition.
- Não é suportada a arquitectura IA-64 (processador de 64 bits Intel Itanium 2 e sistema operativo apropriado).

Processo de Instalação do Programa

T-Connect pode ser adquirido como mais um módulo integrado dentro do programa ***Tricalc*** ou como um programa independente. A instalação em ambos os casos será a mesma, radicando a diferença no facto de quando o ***T-Connect*** estiver integrado em conjunto com o ***Tricalc***, podermos executar o programa de forma independente através de um atalho próprio ou executar o ***Tricalc*** e encontrar aí as funções do ***T-Connect*** integradas nos vários menus do ***Tricalc***. No caso de adquirirmos o ***T-Connect*** como um programa independente, somente poderemos executá-lo através do seu próprio atalho.

Atalho para ***Tricalc***

Atalho para ***T-Connect***

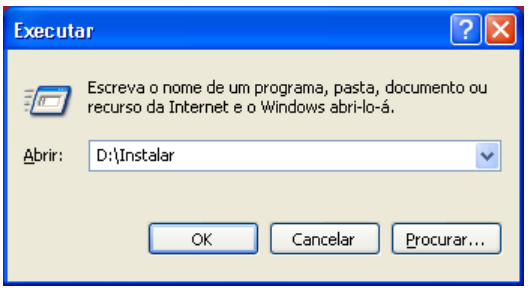
Para realizar o processo de instalação devem-se realizar as seguintes operações conforme descritas:

Introduzir o CD do programa na unidade de CD ou DVD.

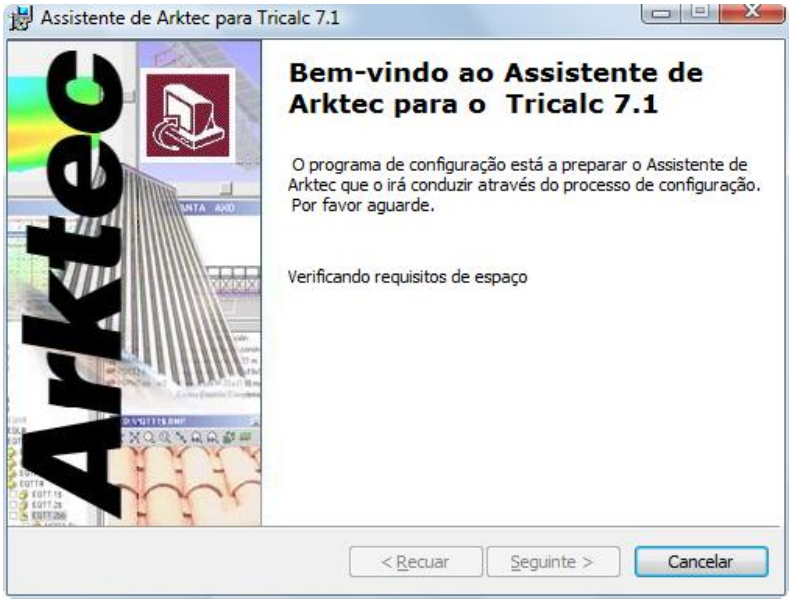
- Em poucos segundos aparecerá automaticamente uma pequena animação realizada em flash, a qual termina mostrando um menu com os distintos programas desenvolvidos pela ***Arktec,*** devendo pressionar-se no programa que se pretende instalar. No nosso caso, seleccionamos o ***Tricalc***.

- Se o processo de instalação não se iniciar de forma automática, podemos realizá-lo de forma manual acedendo ao comando **Executar** situado no menu **Iniciar** do Windows. Aparecerá uma caixa de

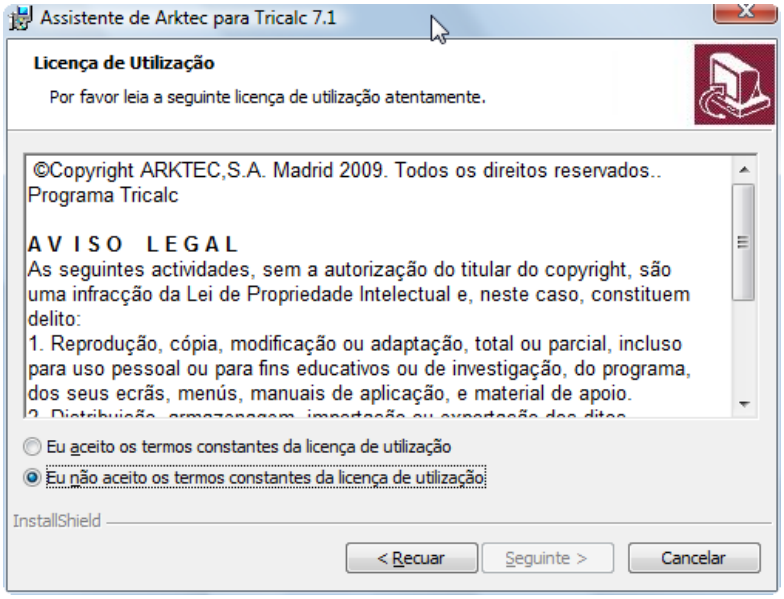
diálogo, como se mostra na figura seguinte, na qual vamos introduzir o comando: **D:\Instalar.exe** (supondo que **D:** é a unidade do CD-ROM).



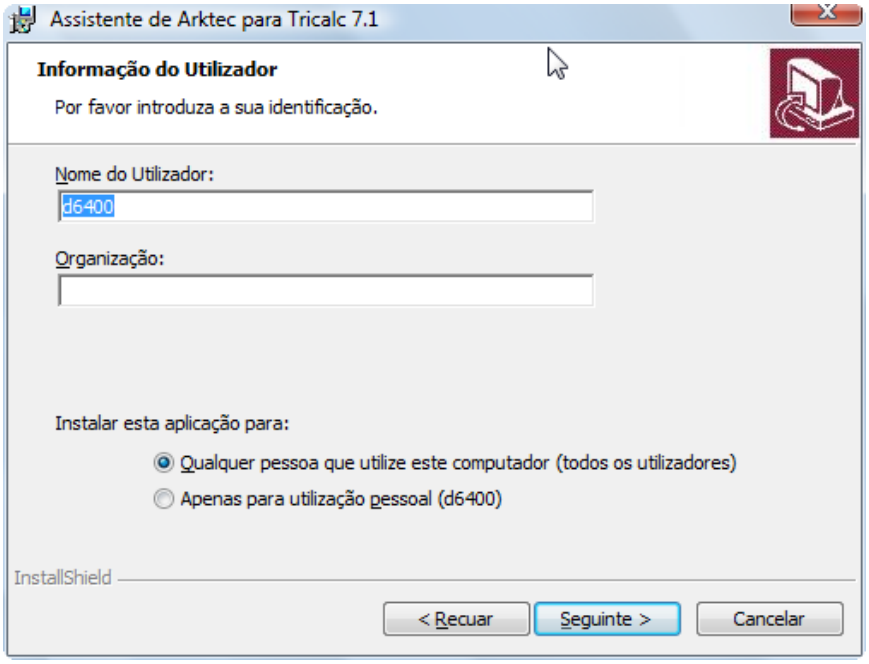
- Depois de pressionar no programa que deseja instalar, aparecerá o **Assistente de Instalação**, que o irá conduzir através de todo o processo de instalação. Aparecerá no ecrã a janela do assistente onde pressionamos no botão **Seguinte>**.


Assistente de Arktec para Tricalc 7.1
Arktec
Bem-vindo ao Assistente de Arktec para o Tricalc 7.1
O programa de configuração está a preparar o Assistente de Arktec que o irá conduzir através do processo de configuração. Por favor aguarde.
Verificando requisitos de espaço
< Recuar
Seguinte >
Cancelar

- No passo seguinte encontramos uma janela informativa com o **Aviso Legal**, onde são explicados os termos do contrato de licenciamento, sendo necessário aceitar estes termos pressionando o botão **Seguinte>** para poder continuar com a instalação.

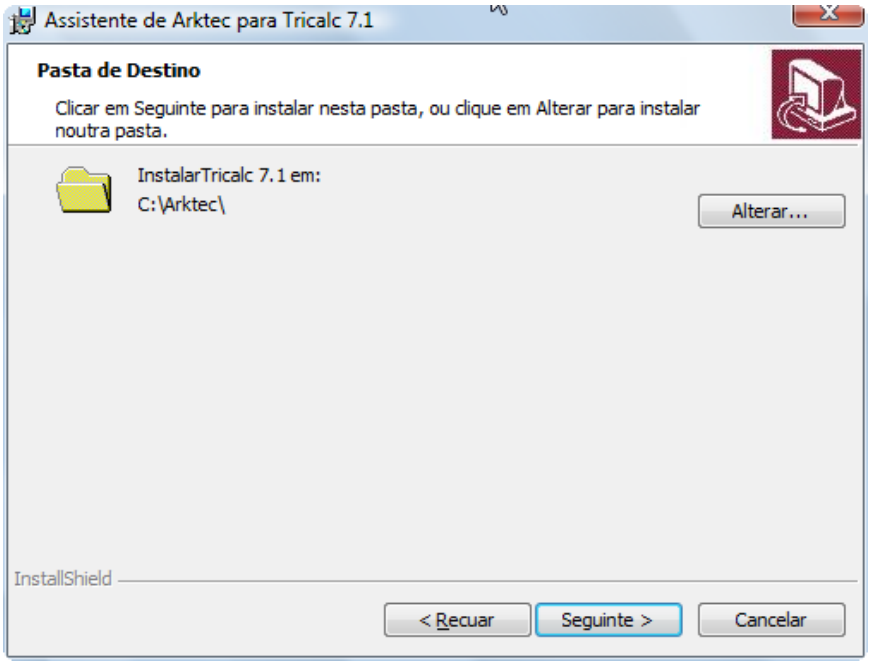

Assistente de Arktec para Tricalc 7.1
Licença de Utilização
Por favor leia a seguinte licença de utilização atentamente.
©Copyright ARKTEC,S.A. Madrid 2009. Todos os direitos reservados..
Programa Tricalc
AVISO LEGAL
As seguintes actividades, sem a autorização do titular do copyright, são uma infracção da Lei de Propriedade Intelectual e, neste caso, constituem delito:
1. Reprodução, cópia, modificação ou adaptação, total ou parcial, incluso para uso pessoal ou para fins educativos ou de investigação, do programa, dos seus ecrãs, menús, manuais de aplicação, e material de apoio.
Eu aceito os termos constantes da licença de utilização
Eu não aceito os termos constantes da licença de utilização
InstallShield
< Recuar
Seguinte >
Cancelar

- No passo seguinte vai aparecer uma janela que permite introduzir informação relativa ao cliente. Esta informação é opcional podendo-se deixar em branco os campos **Utilizador** e **Organização**. Pressionar o botão **Seguinte>**.

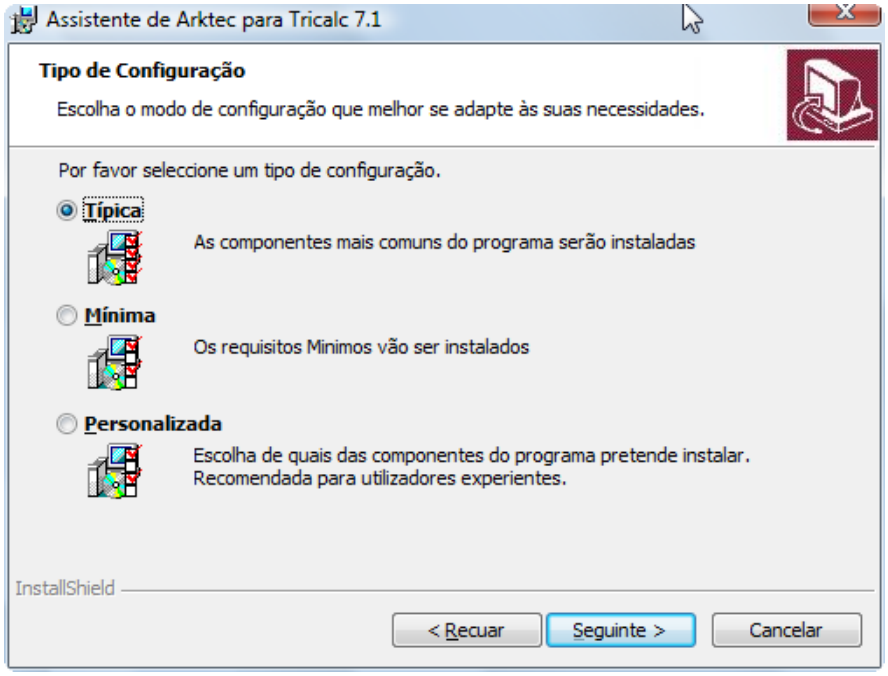


- Na janela seguinte indica-se a pasta, no disco rígido, onde se pretende realizar a instalação do programa. Por pré-definição o programa vai ser instalado na unidade principal do disco rígido **(recomenda-se a instalação recomendada pelo programa**). Caso existam várias unidades de disco rígido, escolhe-se a que mais espaço livre possua. Se, por exemplo, tivermos instalado ***Tricalc*** na

pasta de instalação recomendada pelo programa seria em **C:\Arktec\TricalcXX** (onde XX representa a versão do programa, por exemplo xx=65 para a versão 6.5). No entanto é possível mudar a pasta que aparece pré-definida por qualquer outra bastando para isso pressionar o botão **Modificar.** Para continuar a instalação pressiona-se no botão **Seguinte>.**

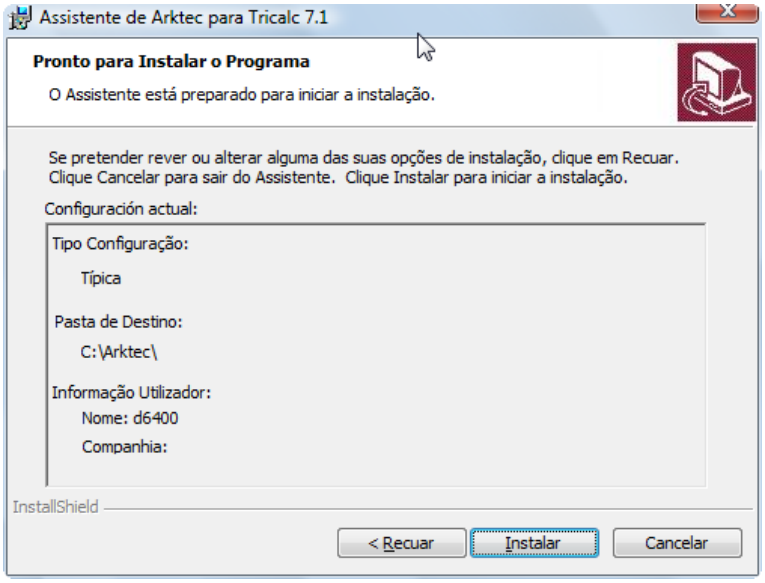


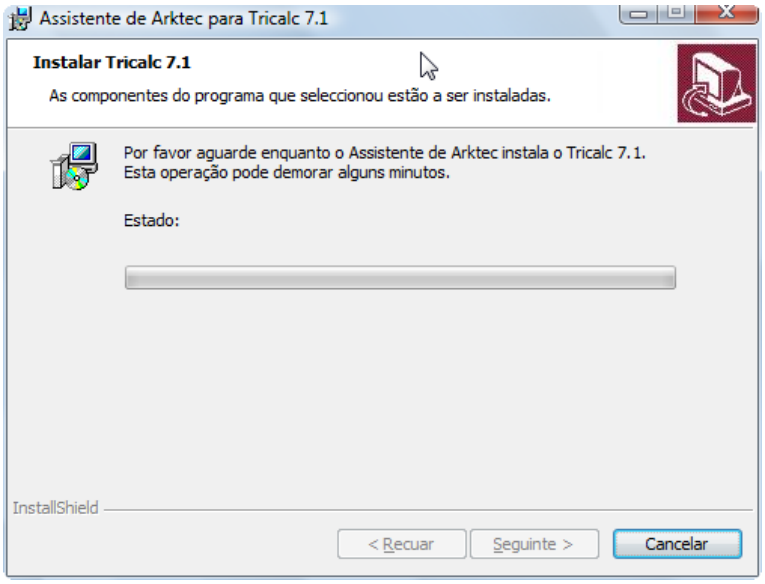
- No passo seguinte da instalação podemos seleccionar três tipos de instalações diferentes **Típica**, **Mínima** ou **Personalizada**, as quais passamos a descrever:


Assistente de Arktec para Tricalc 7.1
Tipo de Configuração
Escolha o modo de configuração que melhor se adapte às suas necessidades.
Por favor seleccione um tipo de configuração.
Típica
As componentes mais comuns do programa serão instaladas
Mínima
Os requisitos Minimos vão ser instalados
Personalizada
Escolha de quais das componentes do programa pretende instalar.
Recomendada para utilizadores experientes.
InstallShield
< Recuar
Seguinte >
Cancelar

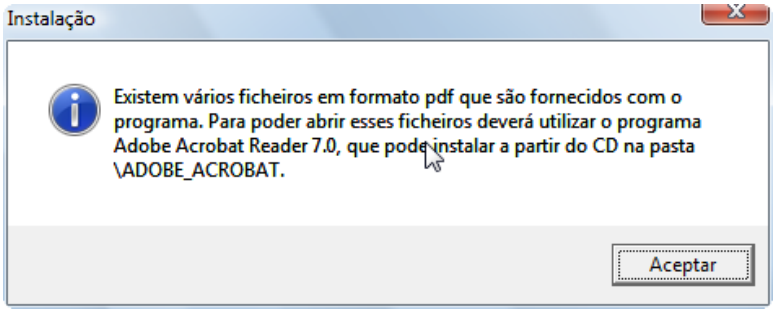
Opção	Descrição
Típica	Instalam-se os elementos mais comuns, incluindo as bases de dados e ajudas.
Mínima	Instala-se a configuração que menos espaço em disco necessite.
Personalizada	É possível seleccionar quais os componentes do programa a instalar.

- Após seleccionar o tipo de instalação a realizar pressiona-se no botão **Seguinte>**, aparecendo uma nova janela onde se resumem todas as opções indicadas nas janelas anteriores. Se alguma das opções não for a pretendida é possível modificá-la pressionando o botão <**Recuar**. Caso contrário, pressiona-se o botão **Instalar** que inicia à instalação do programa no disco rígido.

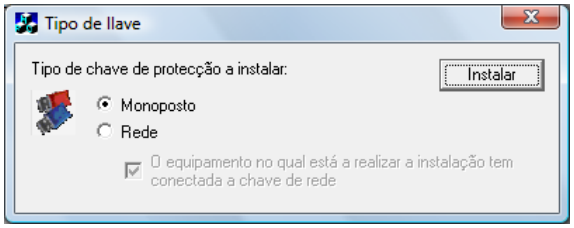



Assistente de Arktec para Tricalc 7.1
Instalar Tricalc 7.1
As componentes do programa que seleccionou estão a ser instaladas.
Por favor aguarde enquanto o Assistente de Arktec instala o Tricalc 7.1.
Esta operação pode demorar alguns minutos.
Estado:
InstallShield
< Recuar
Seguinte >
Cancelar

- Durante o processo de instalação aparecerá uma janela informativa indicando que o programa inclui alguns ficheiros em formato PDF. Esta opção não evita a instalação do programa seleccionado, simplesmente sugere a instalação do programa **Acrobat Reader** para ler os ficheiros PDF incluídos com o programa. Ao pressionar o botão **Aceitar** o processo de instalação do programa prosseguirá normalmente.


Instalação
Existem vários ficheiros em formato pdf que são fornecidos com o programa. Para poder abrir esses ficheiros deverá utilizar o programa Adobe Acrobat Reader 7.0, que pode instalar a partir do CD na pasta \ADOBE_ACROBAT.
Aceptar

- Seguidamente, será solicitado para indicar o tipo de chave associada ao programa que está a instalar. No caso de ser uma cópia individual do programa, sem chave de rede, deverá seleccionar a opção **Monoposto**. Após seleccionar o tipo de chave pressione o botão **Instalar**.
- Nota: poderá procurar em www.arktec.com\portugal\chaves.htm drivers mais recentes para a sua chave de protecção.

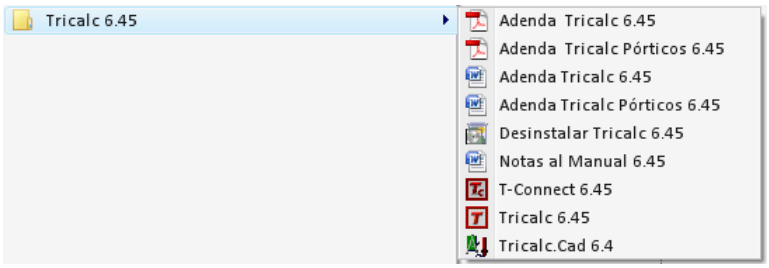

Tipo de llave
Tipo de chave de protecção a instalar:
Instalar
Monoposto
Rede
O equipamento no qual está a realizar a instalação tem conectada a chave de rede

- Uma última janela confirma a correcta instalação do programa.

Assistente de Arktec para Tricalc 7.1
Assistente de Arktec Concluído
O Assistente de Arktec instalou correctamente Tricalc 7.1. Clique Terminar para sair do assistente. ATENÇÃO: Ligar a 'Chave' de protecção na saída paralela ou USB do computador.
Arktec
< Recuar
Terminar
Cancelar

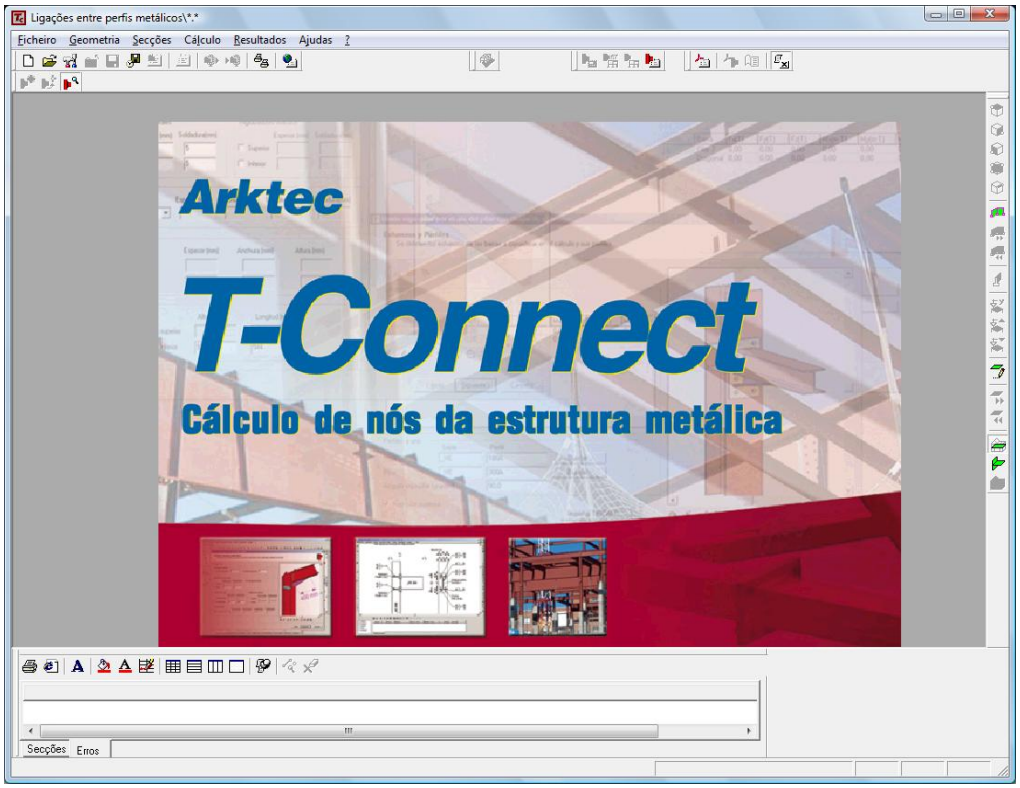
Importante	Após a instalação colocar a chave de protecção na porta paralela ou USB do computador, consoante o modelo.

- Concluída a instalação do programa no computador, pode-se executá-lo a partir do menu **Iniciar**>**Programas** onde, dentro do menu Tricalc 7.XX, podemos seleccionar a opção T-Connect 7.X



ou então a partir do atalho que se encontra dentro da pasta que foi criada no ambiente de trabalho do seu computador e que tem o nome do programa.

- É essencial a colocação da chave de protecção antes de iniciar o programa. A partir destes menus é possível **Desinstalar** o programa do computador, eliminando todos os ficheiros que se copiaram no momento da instalação.



Ecrã de boas vindas de ***T-Connect*** instalado como aplicação independente.

Funcionamento das chaves de rede

A chave NetHASP ou **chave de rede** é uma chave que foi desenvolvida para trabalhar em ambientes de rede permitindo que várias licenças do software possam executar-se ao mesmo tempo em distintos postos da rede.

Cada chave de rede está preparada para que se possa executar simultaneamente até um determinado número de licenças adquiridas. Uma vez alcançado esse limite de licenças não é possível executar o programa em mais postos simultaneamente, sendo necessário que algumas das cópias que estejam em execução, sejam encerradas. Pode-se, em alternativa, contratar licenças adicionais do programa.

Conceitos prévios

Tipos de redes

LAN

LAN é a abreviatura de Local Area Network (Rede de Área Local ou simplesmente Rede Local). Uma rede local ou LAN é a interconexão de vários computadores e periféricos para partilhar recursos e informação. Em resumo, permite que dois ou mais equipamentos comuniquem entre si.

Dentro de uma rede local existem alguns computadores que fornecem informação e partilham programas ou recursos com outros computadores. Estes computadores são designados como **servidores**.

Os servidores podem ser dedicados ou não dedicados:

- **Dedicado**. Normalmente têm um sistema operativo mais potente que os outros e são utilizados pelo administrador da rede.
- **Não dedicado**. Pode ser qualquer posto da rede que além de ser usado por um utilizador, facilita certos recursos aos restantes computadores da rede, por exemplo, para partilhar a sua impressora ou trabalhar como servidor de licenças.

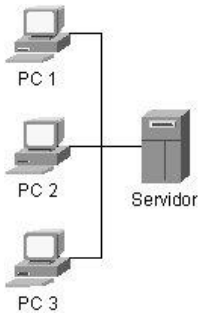


figura 1. Servidor dedicado

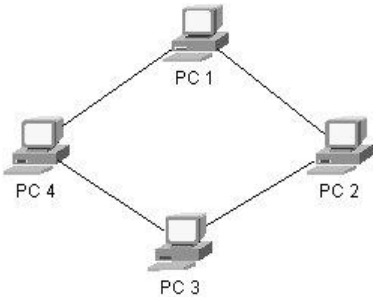


figura 2. Servidor não dedicado

WAN

WAN é a abreviatura de Wide Area Network (Rede de Área Extensa).

É um sistema de interconexão de computadores, geograficamente dispersos, que podem estar inclusive em distintos continentes. O sistema de conexão para estas redes normalmente utiliza redes públicas de transmissão de dados como a Internet.

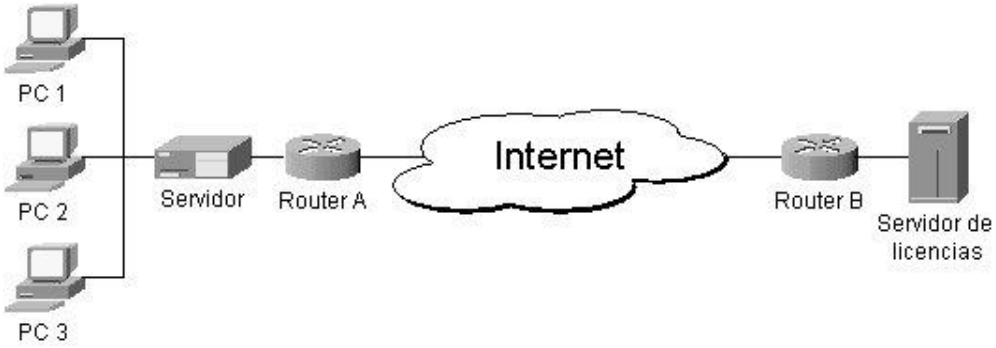


figura 3. Exemplo de uma WAN no qual o servidor de licenças é um computador remoto.

O gestor de licenças

O **Gestor de Licenças NetHasp** é uma aplicação, que permite realizar a comunicação entre o programa protegido e a chave NetHasp.

Para permitir a utilização simultânea de várias licenças do programa protegido em distintos postos da rede, deve seleccionar-se um dos postos da rede como **servidor de licenças**. Para esse efeito, deve ligar fisicamente a chave NetHasp nesse posto e instalar o **Gestor de Licenças** no mesmo. Caso a chave NetHasp esteja ligada ao equipamento, mas o programa **Gestor de licenças** não esteja instalado, a chave NetHasp não será reconhecida a partir de nenhum equipamento da rede e portanto, não se poderá executar o programa.

O equipamento "Servidor de licenças" de rede

No equipamento designado como **servidor de licenças**, deveremos conectar a chave NetHasp na entrada correspondente (USB ou paralela) e instalar o **Gestor de licenças NetHasp**. O equipamento servidor de licenças pode ser qualquer computador da rede, não tendo que ser necessariamente o servidor da rede. O programa **servidor de licenças** deve estar activo num posto da rede que trabalhe com o programa protegido. Caso se encerre esse equipamento, será abortado o funcionamento dos programas protegidos que estejam em execução nesse momento.

Sistemas operativos, redes e protocolos suportados

- **Redes**

  Suporta redes LAN e WAN
- **Sistemas operativos:**

  Windows ME/NT/2000/2003/XP/Vista.
- **Protocolos de comunicações**

  TCP/IP

  IPX

  NetBIOS

Suporte TCP / IP

- **TCP ou IP**. É o mais comum e especifica a direcção de IP do computador onde se tem instalado o **Gestor de Licenças**.
- **UDP Broadcast**. O **Gestor de Licenças** atende constantemente as emissões das estações da rede.

Suporte IPX

NetHasp em redes IPX suporta os seguintes mecanismos de difusão:

- **SAP**, Service Advertising Protocol
- **Broadcast**, as estações vão emitindo na rede, para que o **Gestor de Licenças** as recolha continuamente.
- **IPX sem SAP**, difunde o **Gestor de Licenças** através de um sistema de ficheiros de direcção.

Suporte NetBIOS

- **NetBIOS** A chave de rede suporta vários tipos de NetBIOS incluindo Microsoft NetBEUI.

Processo de instalação

Todos os ficheiros necessários para o funcionamento da chave de rede incluem-se no CD de instalação do programa realizando-se a sua instalação de forma automática conjuntamente com o programa.

O equipamento **Servidor de licenças** é aquele onde vai estar fisicamente colocada a chave de rede. Não necessita de ser o servidor da rede. Aconselha-se que o servidor de licenças, não seja nem o servidor de ficheiros da rede nem o servidor de impressoras, dada a grande necessidade dos programas da ***Arktec*** em aceder constantemente à chave de rede. Se a chave se encontra colocada num equipamento com elevado tráfego de rede, ou com muitos recursos partilhados, o tempo de acesso à chave vai aumentar, diminuindo o rendimento dos programas.

No caso de colocar a chave de rede no servidor de impressoras, aconselha-se a utilizar uma segunda porta paralela (LPT2) dedicada exclusivamente à chave de rede e diferente da utilizada para ligar o cabo da impressora. De outra forma, quando se enviam dados para a impressora e simultaneamente acede-se à chave de rede, é possível que não se produza a comunicação com a chave de rede de forma correcta.

Instalação do servidor de licenças conjuntamente com o programa

Numa LAN formada por vários PC's e na qual não existe um servidor dedicado, como se mostra na figura 4, deveremos decidir qual dos postos da rede será o servidor de licenças. Na figura foi optado o posto PC 2, seguindo os critérios mencionados anteriormente.

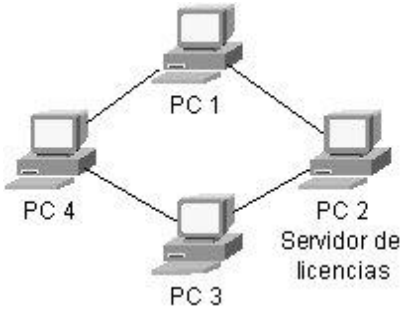
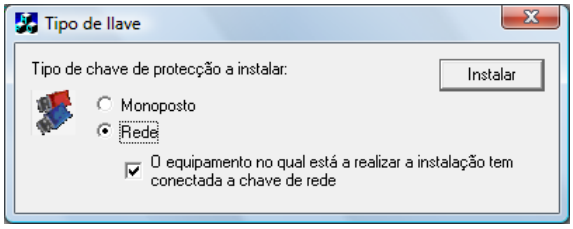
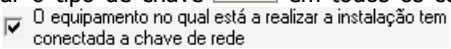


figura 4

Uma vez iniciado o processo de instalação do programa aparecerá num determinado momento a seguinte caixa de diálogo:


Tipo de llave
Tipo de chave de protecção a instalar:
Instalar
Monoposto
Rede
O equipamento no qual está a realizar a instalação tem conectada a chave de rede

Neste caso deverá seleccionar o tipo de chave

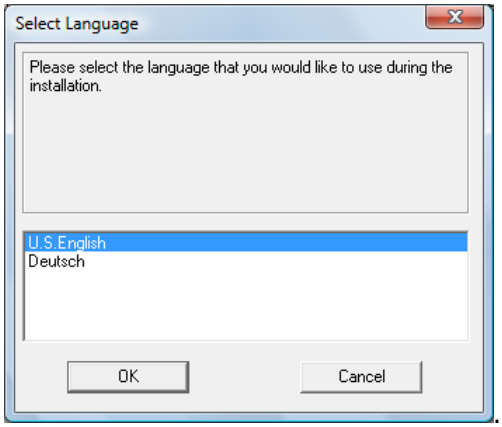
em todos os computadores em que se instale o programa e activar a opção 

unicamente no computador onde vai estar conectada fisicamente a chave de rede (na instalação do programa nos restantes computadores deverá desactivar esta opção). No exemplo da figura 4 esta opção activa-se para o posto PC 2 e será desactivada nos restantes computadores.

Ao pressionar o botão **Instalar**, inicia-se de forma automática a instalação do **Device Driver** e do **Gestor de Licenças**. Durante o processo de instalação, vão aparecer as seguintes janelas:

- Seleccionar o idioma que quer utilizar durante a instalação. Pressionar o botão

.



- Pressionar o botão

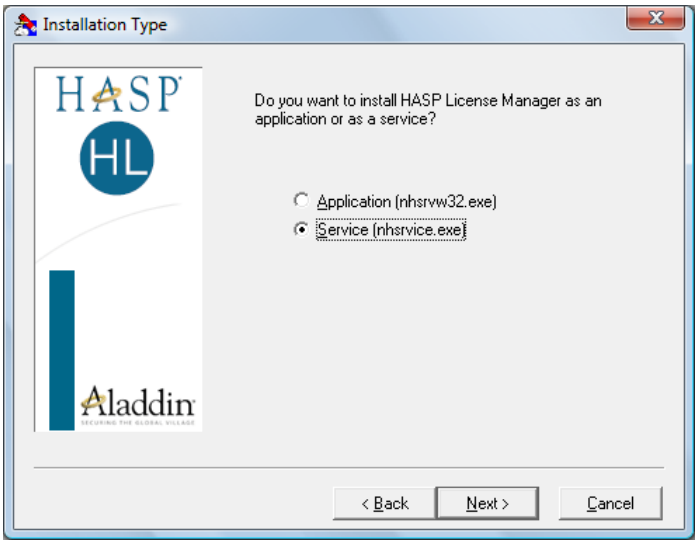
na janela inicial, para continuar a instalação.

HASP License Manager Installation
HASP
HL
Aladdin
Welcome
This installation program will install the HASP License Manager on your system.
HASP License Manager version 8.32
For the installation to succeed, there must not be a HASP License Manager running. If one is running, please select "Cancel", stop the License Manager and try again.
Next >
Cancel

- Seguidamente deve seleccionar como pretende instalar o gestor de licenças. Existem 2 opções:

  como aplicação (Application nhsrvw32.exe) ou

  como serviço (Service nhsrvice.exe)

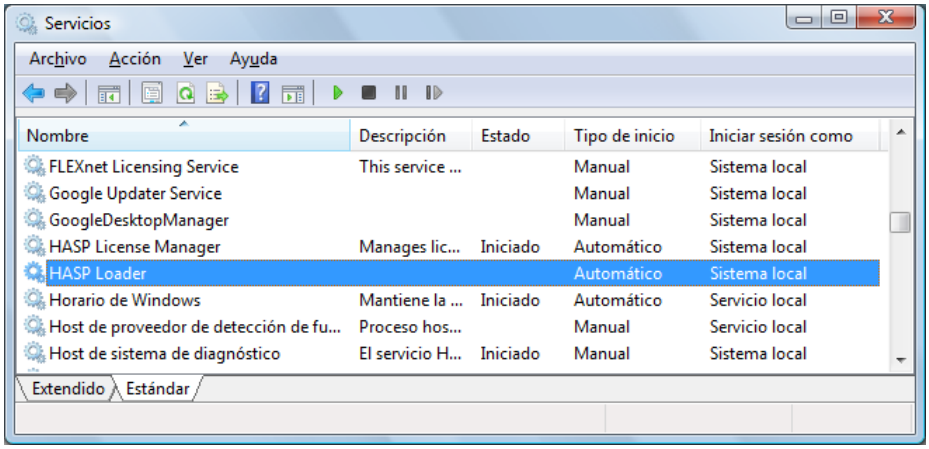


O recomendável é instalar o gestor de licenças como serviço, para que não seja necessário abrir uma sessão no equipamento e executar o gestor de licenças. No caso de seleccionar como serviço bastará ligar o computador para que automaticamente se execute o gestor de licenças. Para poder instalar o gestor de licenças como serviço, o sistema operativo do equipamento deverá ser o Windows NT/2000/2003/XP ou Vista. Uma vez seleccionado o tipo de funcionamento pretendido, pressionar o botão Next >.

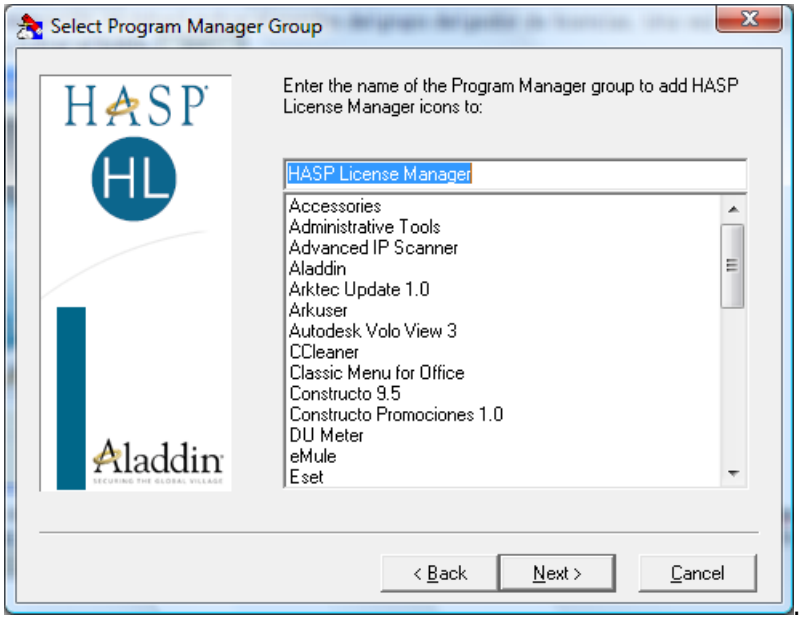
Nota

Se instalar o gestor de licenças como serviço, o serviço será denominado como **HASP Loader**. Para comprovar se os serviços estão instalados e em que estado se encontram, pode ir ao **Painel de controlo do Windows** e seleccionar **Ferramentas administrativas**. Seguidamente, faça um duplo clique em **Serviços** e aparecerá uma janela como a que se mostra a seguir.

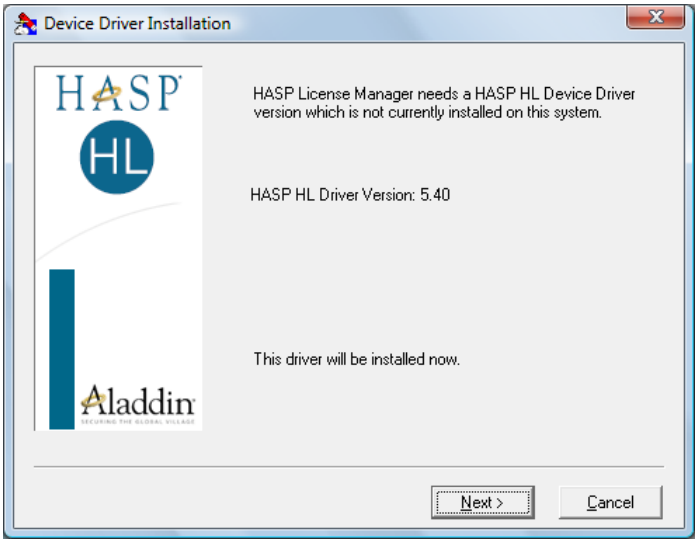
Através desta janela pode parar e/ou reiniciar o serviço, comprovar em que estado se encontra, o tipo de serviço, etc....


Servicios
Archivo Acción Ver Ayuda
Nombre Descripción Estado Tipo de inicio Iniciar sesión como
FLEXnet Licensing Service This service ... Manual Sistema local
Google Updater Service Manual Sistema local
GoogleDesktopManager Manual Sistema local
HASP License Manager Manages lic... Iniciado Automático Sistema local
HASP Loader Automático Sistema local
Horario de Windows Mantiene la ... Iniciado Automático Servicio local
Host de proveedor de detección de fu... Proceso hos... Manual Servicio local
Host de sistema de diagnóstico El servicio H... Iniciado Manual Sistema local
Extendido Estándar

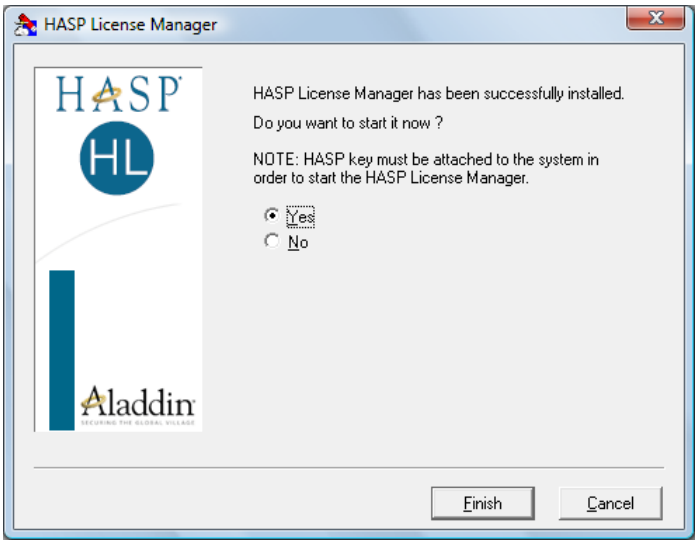
- Finalmente deverá indicar o nome de grupo do gestor de licenças. Uma vez indicado o nome deve pressionar o botão Next >

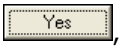


- Concluída a instalação do gestor de licenças, o assistente iniciará a instalação do **HASP Device driver** ou driver do dispositivo HASP. Para proceder à sua instalação, deve pressionar o botão Yes.


Device Driver Installation
HASP
HL
HASP License Manager needs a HASP HL Device Driver version which is not currently installed on this system.
HASP HL Driver Version: 5.40
This driver will be installed now.
Aladdin
Next >
Cancel

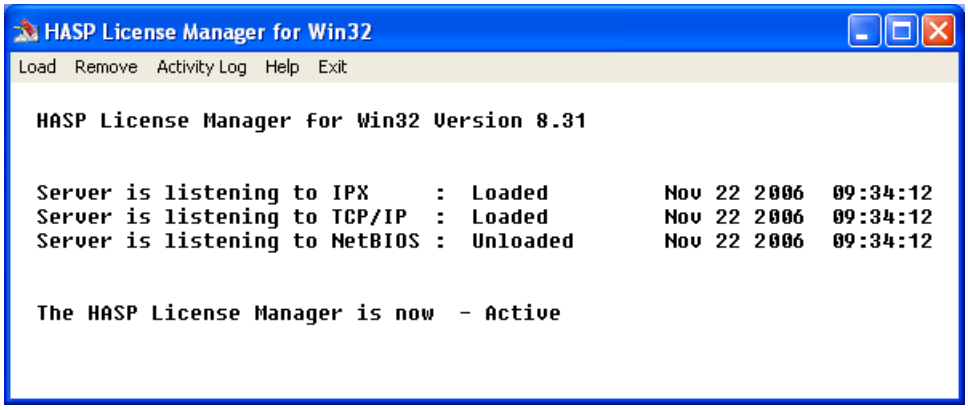
- Concluída a instalação do driver, o assistente perguntará se queremos iniciar o gestor de licenças.



Se pressionar o botão 

, aparecerá na zona do relógio do Windows, o ícone do gestor de licenças HASP como se mostra na figura seguinte:

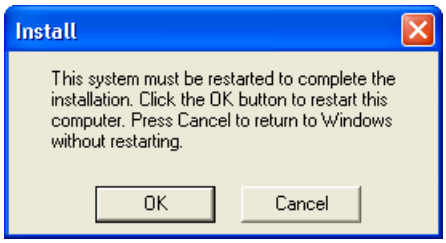
Ao fizer um duplo clique sobre esse ícone, exibe-se a janela principal do gestor de licenças NetHASP mostrando a seguinte informação:


HASP License Manager for Win32
Load Remove Activity Log Help Exit
HASP License Manager for Win32 Version 8.31
Server is listening to IPX : Loaded Nov 22 2006 09:34:12
Server is listening to TCP/IP : Loaded Nov 22 2006 09:34:12
Server is listening to NetBIOS : Unloaded Nov 22 2006 09:34:12
The HASP License Manager is now - Active

- Número da versão do gestor de licenças NetHASP instalado.
- Estado de cada protocolo e a data e hora da última modificação de estado.
- Estado do gestor de licenças HASP (activo ou inactivo)
- Para finalizar a instalação, pressione o botão Finish.

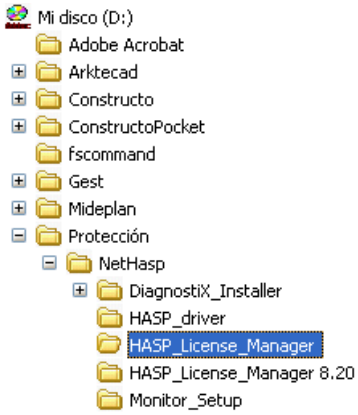
HASP License Manager
HASP License Manager has been successfully installed.
Press the Finish button to exit this installation.
Aladdin
Finish

Para completar a instalação, deve reiniciar o computador.


Install
This system must be restarted to complete the installation. Click the OK button to restart this computer. Press Cancel to return to Windows without restarting.
OK
Cancel

Instalação do servidor de licenças independentemente da aplicação

Poderá pretender instalar o gestor de licenças de forma independente do programa porque vai, por exemplo, instalá-lo num servidor dedicado de uma LAN ou vai instalá-lo num equipamento remoto (WAN). Para esse efeito deverá iniciar a instalação do gestor de licenças de forma manual. No CD de instalação do programa inclui-se a pasta D:\Protección\NetHasp\HASP_License_Manager, (sendo D: a unidade do CD).



Nessa pasta encontra-se o ficheiro lmsetup.exe. Para iniciar a instalação do gestor de licenças, deve realizar um duplo clique sobre esse ficheiro e seguir os passos descritos anteriormente. Desta forma, será instalado o gestor de licenças sem necessidade de instalar o programa.

Nota

Em www.arktec.com\portugal\chaves.htm é possível realizar o download dos ficheiros de instalação mais recentes a partir do próprio site do fabricante.

Configurar o acesso remoto à chave de rede

Se a chave de rede for instalada num equipamento remoto (WAN), deveremos indicar ao programa como aceder a esse equipamento. Para esse efeito, devem-se realizar os seguintes passos para poder aceder a esse equipamento:

- Dispor de um IP público para aceder ao equipamento remoto.
- Abrir a porta 475 no equipamento remoto.

Vamos estudar um caso concreto:

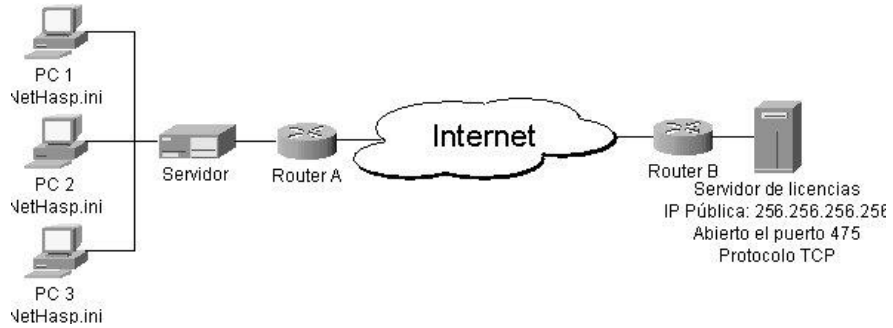


figura 5. Exemplo de configuração de uma WAN.

No exemplo da figura 5, dispõe-se de uma LAN com um servidor dedicado e conectado à Internet através do router A (zona esquerda) e numa localização remota dispomos de um posto que fará as funções de servidor de licenças, ligado à Internet através do router B.

Possui-mos um IP público contratado a um ISP (Internet Service Provider ou fornecedor de serviços de acesso à Internet) e associado ao router B. Neste caso assumimos que o IP público fornecido pelo nosso ISP é o 256.256.256.256.

Na página de configuração do router B, deve estar aberta a porta 475 para permitir o acesso à chave de rede de forma remota. (figura 6)

Para que o programa protegido encontre a chave de rede no posto remoto, deveremos criar um ficheiro de texto denominado NETHASP.INI. Este ficheiro, deve ser guardado na pasta onde foi instalada a aplicação de cada um dos postos da LAN. Este ficheiro contém as seguintes linhas para a configuração mostrada na figura 5:

[NH_COMMON]

NH_TCPIP = Enabled

[NH_TCPIP]

NH_SERVER_ADDR = 256.256.256.256

NH_TCPIP_METHOD = TCP

Uma vez realizada esta configuração, a aplicação estará preparada para aceder de forma remota a chave de rede.

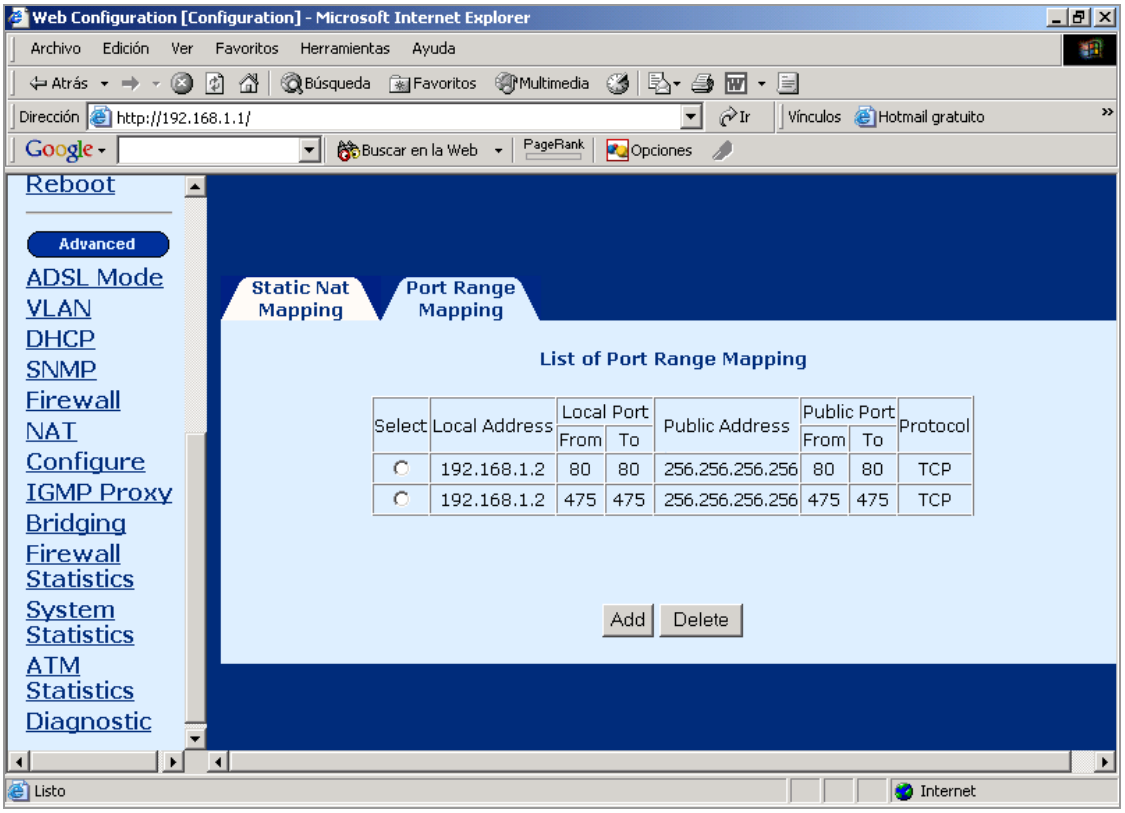


figura 6. Na página de configuração do router foi aberta a porta 475 através do protocolo TCP indicando o IP público ou Public Address 256.256.256.256.

Sintaxes do ficheiro de configuração NetHASP.INI

Em seguida, mostra-se a sintaxes do ficheiro NETHASP.INI com todas as variáveis e valores permitidos.

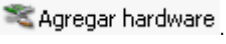
```
[NH_COMMON]
; Section-specific Keywords
; You can set either of the following three Keywords to "Enabled"!
;
;;NH_IPX = Enabled or Disabled        ; Use the IPX protocol
;;NH_NETBIOS = Enabled or Disabled; Use the NETBIOS protocol
;;NH_TCPIP = Enabled or Disabled     ; Use the TCP/IP protocol
;
; General Keywords
;;NH_SESSION = 4            ; See Adapting the Timeout Length
;;NH_SEND_RCV = 6           ; in the HASP Programmer's Guide.

[NH_IPX]
; Section-specific Keywords for the IPX protocol.
```

```
;;NH_USE_BINDERY = Enabled or Disabled       ; Use IPX with bindery.
                ; Default: Disabled
                ; Ignored under Win32 API.
                ; This switch replaces older switch
                ; named NH_USE_SAP.

;;NH_USE_BROADCAST = Enabled or Disabled  ; Use IPX Broadcast mechanism.
                ; Default: Enabled

;;NH_BC_SOCKET_NUM = <Number>             ; Broadcast socket number (HEX).
                ; Default: 7483H

;;NH_USE_INT = 2F_NEW or 7A_OLD; 2F_NEW means that IPX protocol will
                ; use interrupt 2Fh ONLY.
                ; 7A_OLD means that IPX protocol will
                ; use interrupt 7Ah ONLY.
                ; Default: 2F_NEW.

;;NH_SERVER_NAME = <Name1>, <Name2>,..; Communicate with the NetHASP
                ; Server with the specified name.
                ; Maximum: 6 names, up to 7
                ; case-insensitive characters each.

;;NH_SEARCH_METHOD = Localnet or Internet ; See Local Networks and
                ; Internetworks in the HASP
                ; Programmer's Guide.

;;NH_DATFILE_PATH = <path>        ; Specify the location of the NetHASP
                ; License Manager's address file.
; General Keywords
;;NH_SESSION = <Num>   ; See Adapting the Timeout Length
;;NH_SEND_RCV = <Num>; in the HASP Programmer's Guide.

[NH_NETBIOS]
; Section-specific Keywords for the NetBIOS protocol.
;;NH_NBNAME = <Name>  ; Assign a name to the NetHASP
                ; License Manager.
                ; 1 name possible, up to 8
                ; case-insensitive characters.

;;NH_USELANANUM = <Num>          ; Assign a lana number to be used
                ; as a communication channel.
; General Keywords
```

```
;;NH_SESSION = <Num>   ; See Adapting the Timeout Length
;;NH_SEND_RCV = <Num>; in the HASP Programmer's Guide.

[NH_TCPIP]
; NetHASP does not support TCP/IP under DOS.
; Section-specific Keywords for the TCP/IP protocol.

;;NH_SERVER_ADDR = <Addr1>, <Addr2>      ; IP addresses of all the NetHASP
                ; License Managers you want to search.
                ; Unlimited addresses and multiple
                ; lines are possible.
                ;
                ; Possible address format examples:
                ; IP address: 192.114.176.65
                ; Local Hostname: ftp.aladdin.co.il

;;NH_PORT_NUMBER = <Num>        ; Set the TCP/IP port number. This is
                ; optional. The default number is 475.


;;NH_TCPIP_METHOD = TCP or UDP  ; Send a TCP packet or UDP packet
                ; Default: UDP
;;NH_USE_BROADCAST = Enabled or Disabled  ; Use TCPI/IP Broadcast mechanism.
                ; Default: Enabled

;;NH_SERVER_NAME = <Name1>, <Name2>,  ; Communicate with the NetHASP
                ; Server with the specified name.
                ; Maximum: 6 names, up to 7
                ; case-insensitive characters each.
; General Keywords.
;;NH_SESSION = <Num>   ; See Adapting the Timeout Length
;;NH_SEND_RCV = <Num>; in the HASP Programmer's Guide.
```

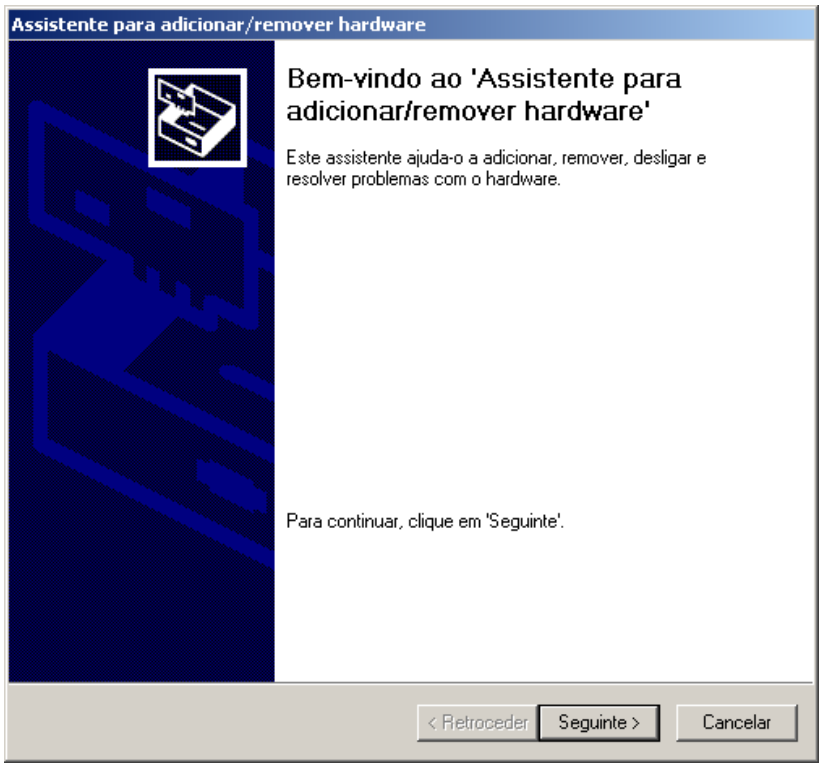
Instalação num equipamento que não está ligado a uma rede local.

Se instalar a chave NetHasp num PC ou portátil que não esteja conectado a uma rede local ou LAN, deverá simular essa conexão instalando o **Microsoft- adaptador Loopback**. Esta opção, só é válida para os computadores que tenham instalado o S.O. Windows 2000/2003/XP ou VistaHP. Para isso, deveremos realizar os seguintes passos:

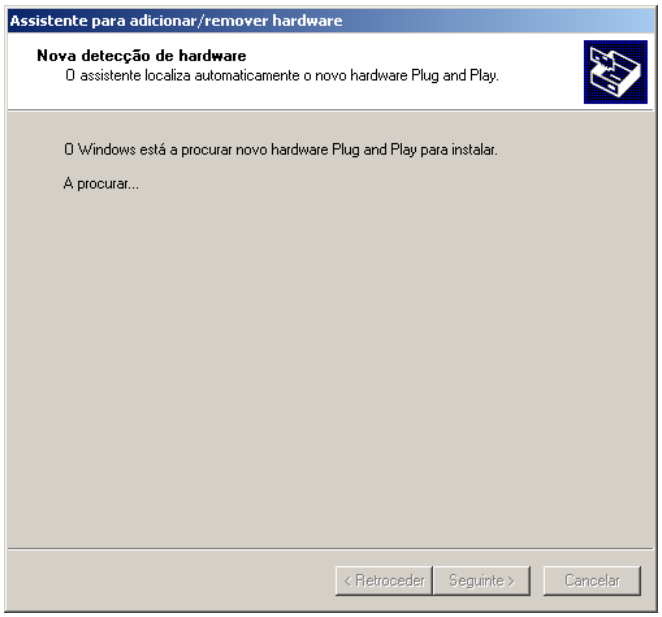
- Abrir o **Painel de Controlo de Windows** e seleccionar a função 

. Pressione o botão

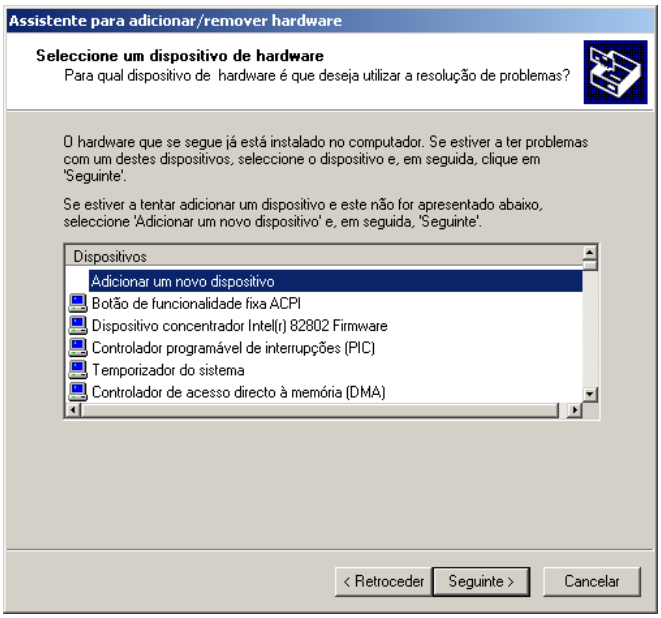
na janela que aparece:


Assistente para adicionar/remover hardware
Bem-vindo ao 'Assistente para adicionar/remover hardware'
Este assistente ajuda-o a adicionar, remover, desligar e resolver problemas com o hardware.
Para continuar, clique em 'Seguinte'.
< Retroceder
Seguinte >
Cancelar

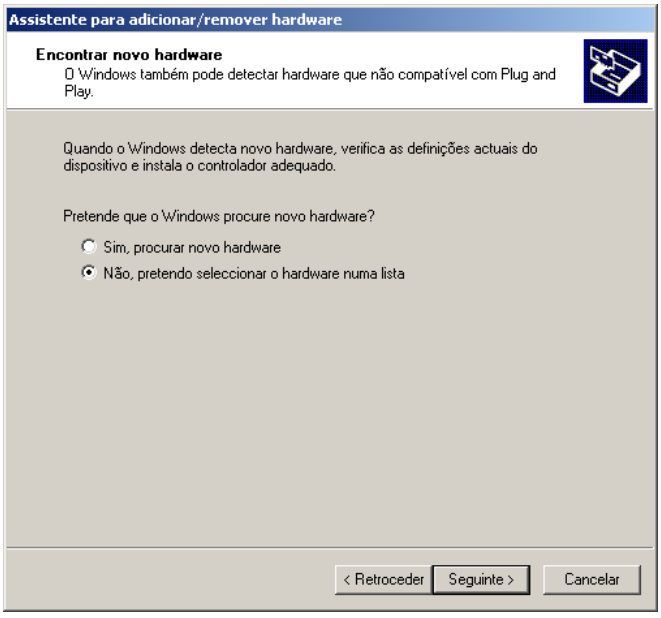
- Em seguida, aparecerá a janela na qual o sistema irá informar sobre o hardware instalado no seu computador.


Assistente para adicionar/remover hardware
Nova detecção de hardware
O assistente localiza automaticamente o novo hardware Plug and Play.
O Windows está a procurar novo hardware Plug and Play para instalar.
A procurar...
< Retroceder
Seguinte >
Cancelar

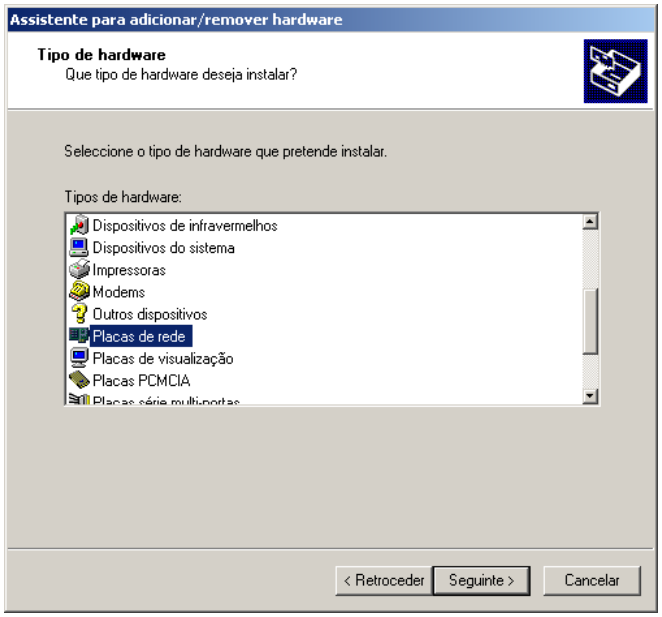
- Assim que o sistema tenha detectado o hardware instalado no seu computador, aparecerá a seguinte caixa de diálogo. Seleccione a opção sim, ficando conectado o hardware e pressione o botão Seguinte >.
- Na caixa de diálogo seguinte, aparecerá uma lista com o hardware instalado no seu computador. Seleccione a opção Adicionar um novo dispositivo e pressione o botão Seguinte >.


Assistente para adicionar/remover hardware
Seleccione um dispositivo de hardware
Para qual dispositivo de hardware é que deseja utilizar a resolução de problemas?
O hardware que se segue já está instalado no computador. Se estiver a ter problemas com um destes dispositivos, seleccione o dispositivo e, em seguida, clique em 'Seguinte'.
Se estiver a tentar adicionar um dispositivo e este não for apresentado abaixo, seleccione 'Adicionar um novo dispositivo' e, em seguida, 'Seguinte'.
Dispositivos
Adicionar um novo dispositivo
Botão de funcionalidade fixa ACPI
Dispositivo concentrador Intel(r) 82802 Firmware
Controlador programável de interrupções (PIC)
Temporizador do sistema
Controlador de acesso directo à memória (DMA)
< Retroceder
Seguinte >
Cancelar

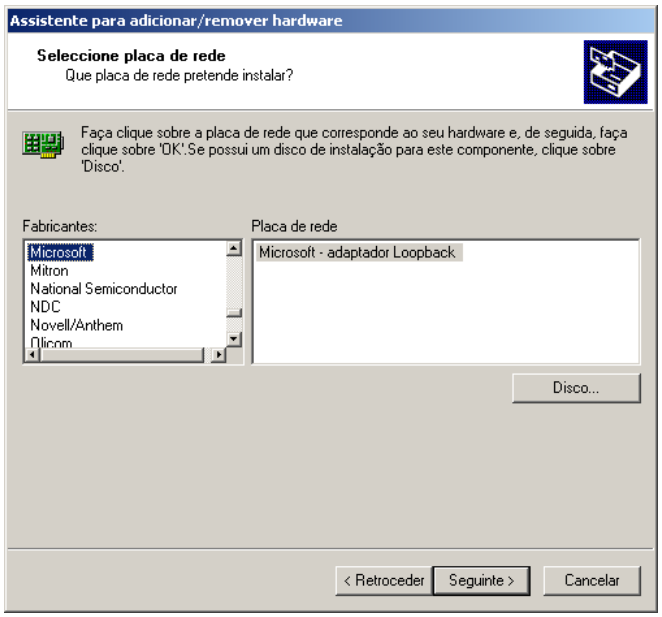
- Na seguinte caixa de diálogo, deve seleccionar a opção Não, pretendo seleccionar o hardware numa lista e pressione o botão Seguinte >.


Assistente para adicionar/remover hardware
Encontrar novo hardware
O Windows também pode detectar hardware que não compatível com Plug and Play.
Quando o Windows detecta novo hardware, verifica as definições actuais do dispositivo e instala o controlador adequado.
Pretende que o Windows procure novo hardware?
Sim, procurar novo hardware
Não, pretendo seleccionar o hardware numa lista
< Retroceder
Seguinte >
Cancelar

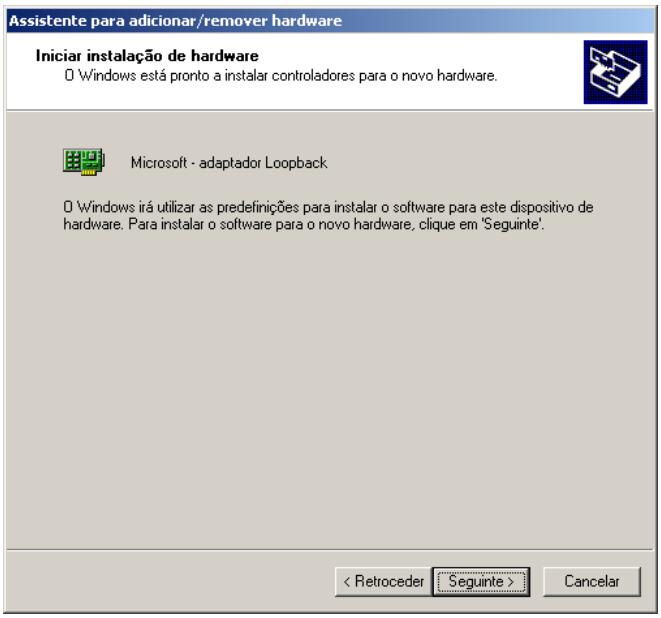
- Seleccione a opção Placas de rede e pressione o botão Seguinte >.



- Na seguinte caixa de diálogo, na zona do fabricante, deve aparecer **Microsoft** e na zona **Adaptador de rede** deve-se seleccionar a opção Microsoft - adaptador Loopback. Uma vez seleccionado, pressione o botão Seguinte >.


Assistente para adicionar/remover hardware
Seleccione placa de rede
Que placa de rede pretende instalar?
Faça clique sobre a placa de rede que corresponde ao seu hardware e, de seguida, faça clique sobre 'OK'.Se possui um disco de instalação para este componente, clique sobre 'Disco'.
Fabricantes:
Placa de rede
Microsoft
Mitron
National Semiconductor
NDC
Novell/Anthem
Microsoft - adaptador Loopback
Disco...
< Retroceder
Seguinte >
Cancelar

- Por último, pressione o botão Seguinte > para começar a instalação do novo hardware.


Assistente para adicionar/remover hardware
Iniciar instalação de hardware
O Windows está pronto a instalar controladores para o novo hardware.
Microsoft - adaptador Loopback
O Windows irá utilizar as predefinições para instalar o software para este dispositivo de hardware. Para instalar o software para o novo hardware, clique em 'Seguinte'.
< Retroceder
Seguinte >
Cancelar

Uma vez instalado o **Microsoft-Adaptador de Loopback**, poderá utilizar a chave NetHasp nesse computador, sem necessidade de estar conectado fisicamente a uma rede local.

A memória da chave

Os programas protegidos utilizam a memória da chave de rede para armazenar dados durante a sua execução. Em determinadas situações, a memória da chave de rede pode não se libertar de forma correcta, ficando posições da memória por utilizar. Após um determinado tempo de utilização da chave, por exemplo mensalmente ou semanalmente consoante a intensidade da sua utilização, É aconselhável reiniciar a memória da chave NetHasp, utilizando a função **Inicializar Protecção de Rede**. Esta função deve executar-se quando nenhum outro programa estiver a aceder à chave de rede.

Mensagens

No processo de trabalho do programa protegido com a chave de rede, podem aparecer diferentes mensagens. Na lista seguinte detalham-se as mais habituais e as acções necessárias para corrigi-las:

Mensagem	**A ligar ao gestor de licenças de rede...**
Comentário	O programa protegido está a procurar o Gestor de Licenças nos vários postos da rede. Uma vez encontrado, verifica se é possível executar uma nova licença do programa, em função das licenças contratadas e das actualmente em execução.
Mensagem	**É necessário encerrar o programa em todos os postos da rede**
Comentário	O programa não consegue estabelecer uma correcta comunicação com a chave de rede. Aconselha-se reiniciar o Gestor de Licenças, sendo necessário abandonar a execução em todos os postos da rede que utilizem a chave de rede.

Mensagem	**Encerrar o programa agora, supõe manter em utilização uma licença**
Comentário	Não é possível efectuar a comunicação com o Gestor de Licenças para comunicar que se abandona a execução de uma licença. Se tem necessidade de utilizar esta licença noutro posto, o aconselhável é reiniciar o Gestor de Licenças.

Mensagem	**Os protocolos IPX, NetBIOS ou TCP/IP não foram instalados correctamente. Verificar os protocolos.**
Comentário	Rever os protocolos instalados e a configuração de cada um deles.
Mensagem:	**Não se encontrou o Gestor de Licenças** **O servidor de Licenças desligou-se** **Não há resposta do Gestor de Licenças** **Não está activo o Gestor de Licenças. Instale-o e volte a tentar**
Comentário	O Gestor de Licenças não se encontra a funcionar no equipamento onde se encontra a chave de rede. Execute o Gestor de Licenças e volte a executar o programa.

Mensagem	**A chave não está colocada no equipamento Gestor de Licenças.**
Comentário	Rever e ajustar a chave de protecção no equipamento onde está colocada.

Mensagem	**Impossível iniciar o programa. O número de licenças em utilização excede o limite contratado.**
Comentário	O número de licenças em utilização alcançou o número de licenças contratadas. Deve sair de um dos programas actualmente em utilização.

Perguntas Frequentes

Pergunta	**É necessário instalar NetHASP no servidor de ficheiros da rede?**
Resposta	Não. Pode instalar a chave de rede e o Gestor de Licenças em qualquer posto da rede. O posto designado deve estar activo e o Gestor de Licenças carregado enquanto o programa protegido com NetHASP está a ser executada.

Pergunta	**Posso ver que postos acedem à chave NetHASP?**
Resposta	Sim. O utilitário Aladdin Monitor, incluído no CD, mostra todos os postos que activaram um programa e que tenha realizado um login NetHASP ao Gestor de Licenças.

Pergunta	**Se ligar duas chaves NetHASP para 5 licenças cada, com o mesmo código a um único posto, disponho de 10 licenças?**
Resposta	Não. Quando existem duas chaves NetHASP com o mesmo código no mesmo PC, só uma delas responde. Para permitir 10 licenças com duas chaves NetHASP 5, ligue cada chave a um posto distinto e execute o Administrador de Licenças HASP adequado. Preferencialmente utilize uma chave NetHASP 10.

Pergunta	**Disponho de uma NetHASP de outro fabricante de software ligada ao posto da rede e um Gestor de Licenças carregado. Que devo fazer para instalar a nova chave NetHASP?**
Resposta	Necessita de ligar a sua chave NetHASP à outra chave instalada. O Gestor de Licenças carregado serve para ambas as chaves NetHASP.

Pergunta	**Pode NetHASP trabalhar sobre Internet?**
Resposta	Sim. NetHASP Net trabalha sobre a Internet com o protocolo TCP / IP.

Pergunta	**Posso com uma única chave NetHASP, ter acesso a diferentes programas protegidos do mesmo fabricante.**
Resposta	Não é necessário dispor de distintas chaves NetHASP por cada programa protegido distinto do mesmo fabricante.
Pergunta	**Em que posto devo instalar o HASP Device Driver?**
Resposta	Só no posto com a chave NetHASP. O HASP Device Driver serve como enlace entre o NetHASP e o programa protegido. Colocado o programa protegido com NetHASP este comunica com o Gestor de licenças HASP, que por sua vez deve aceder à chave NetHASP, através do HASP Device Driver instalado no posto que tem colocado o Gestor de licenças HASP.

Problemas e soluções

Problema	**A NetHASP está conectada mas o programa protegido não foi encontrado.**
Solução	Apesar do esforço realizado para assegurar a melhor comunicação, em raras ocasiões, uma chamada à rotina hasp() poderá não ser activada ou bem transmitida. Recomendamos que chame a rotina hasp() com um serviço várias vezes antes de assumir que a HASP não está conectada.
Problema	**Obtêm erros de impressão quando tenta imprimir através de um programa protegido pelo Windows.**
Solução	Esta situação deve-se a um conflito entre o acesso à impressora e o acesso à chave NetHASP. Para evitar conflitos entre o NetHASP e outros dispositivos paralelos (tais como a impressora) instale o HASP Device Driver.
Problema	**Tenta utilizar Hinstall.exe para instalar o HASP Device Driver no Windows NT mas recebe o erro 9121.**
Solução	Se tentou activar a utilidade Hinstall no Windows NT sem os privilégios de administrador, receberá este erro. Assegure-se de que tem privilégios de administrador.
Problema	**O programa do Windows protegido com NetHASP devolve o Erro 21.**
Solução	As aplicações Windows requerem uma média de 8 KB de memória DOS. O API da NetHASP requer 1 KB de memória DOS. O erro 21 de NetHASP é emitido quando a quantidade de memória DOS é menor de 1KB e portanto insuficiente para o sistema NetHASP. Em tais casos, não só os programas protegidos por NetHASP, mas também outras aplicações Windows estão desactivadas. Para resolver este problema, encerre um programa residente ou saia de alguma aplicação aberta no Windows. Deve utilizar a mesma solução com qualquer aplicação que assinale memória DOS insuficiente.
Problema	**O seu programa está a funcionar num posto que não tem drivers de rede carregados. O posto deixa de responder quando o programa executa um login NetHASP.**
Solução	Isto ocorre quando o ficheiro de configuração NETHASP.INI activa um protocolo específico. O sistema NetHASP tenta utilizar o protocolo especificado sem comprovar se está realmente presente. Se o posto não tiver drivers de protocolo instalados, deve parar. A solução é eliminar o ficheiro de configuração NETHASP.INI o, se necessitar, carregar os drivers da rede.
Problema	**Ao aceder à porta paralela o PC suspende-se.**
Solução	As portas paralelas dos PC's IBM e compatíveis têm designadas uma das seguintes portas I/O: 3BCh, 378h, ou 278h. As chaves de rede usualmente utilizam até 10h ou 20h pontos I/O consecutivos das suas direcções base. Quando a porta I/O de uma chave de rede dissimula uma chave paralela, ao tentar aceder à porta paralela pode causar a suspensão

do PC. Por exemplo: imprimir, aceder a chaves de protecção de software e aceder a periféricos conectados à porta paralela. É portanto essencial, evitar dissimular as portas I/O modificando a base I/O da chave de rede.

Existem duas maneiras de modificar a base I/O da chave de rede:

- Algumas chaves de rede permitem-lhe designar a direcção I/O com jumpers. Veja a documentação fornecida com a chave para uma descrição das posições do jumper para uma direcção I/O determinada.
- Com as chaves novas, pode modificar a direcção I/O utilizando o software fornecido com as chaves.

Problema **O seu programa protegido com NetHASP está a funcionar sobre um posto em Windows para trabalhar em grupo numa rede Novell utilizando IPX e devolve o erro 3.**

Solução Os tipos de estrutura no ficheiro NET.CFG e no setup da rede do Windows não são idênticos. Comprove o tipo de estrutura em NET.CFG e fixe-se uma idêntica para o tipo de estrutura do Windows. Para estabelecer os tipos de estrutura em Windows:

- Seleccione Configuração para a Rede da janela Rede.
- Pressione em IPX/SPX Compatível Transport with NetBIOS.
- Seleccione Frame Type.

  Seleccione o tipo de estrutura desejada e Pressione Set.
- Pressione OK.
- Reinicie o seu sistema.

Problema **O seu programa demora muito tempo a encontrar a chave NetHASP numa rede Novell muito grande.**

Solução Neste caso é recomendável personalizar o mecanismo de procura. Utilize o ficheiro de configuração NetHASP para desactivar os mecanismos de procura Broadcast e Bindery. Desta forma, o cliente de NetHASP pesquisa o Gestor de Licenças utilizando um mecanismo baseado em ficheiros de direcção, que é muito mais rápido.

Problema **O seu programa demora muito tempo a encontrar a chave NetHASP numa rede TCP/IP grande.**

Solução Neste caso é recomendável personalizar o mecanismo de procura. Utilize o ficheiro de configuração NETHASP.INI para especificar o método de procura UDP ou TCP e estabelecer a direcção IP do posto onde foi instalado o Gestor de Licenças. Desta forma, o cliente NetHASP pesquisa o Gestor de Licenças com a direcção IP específica, o que é muito mais rápido.

Problema **Recebe o erro 8.**

Solução O erro 8 significa que o cliente NetHASP não recebeu resposta do Gestor de Licenças. Para resolver isto, aumente o tempo de espera que o cliente requer para receber uma resposta. Faça este incremento através da duração do timeout no ficheiro de configuração NETHASP.INI.

Problema **Recebe-se um erro 15 com NetHASP em TCP/IP ou IPX.**

Solução O erro 15 em TCPIP/IPX só ocorre quando se utiliza o mecanismo de procura broadcast. O erro 15 significa que foi emitido, por parte do cliente NetHASP, mas não foi encontrado, nenhum Gestor de Licenças. Aumente o valor do timeout no ficheiro NETHASP.INI para 8 segundos. Se o erro 15 persistir, deve-se a um dos seguintes problemas:

- Não foi carregado o Gestor de Licenças.

	■ Foi utilizado o protocolo TCP/IP ou então o Gestor de Licenças está numa sub-rede diferente. ■ Foi utilizado o protocolo IPX, ou então o SAP não está suportado. ■ Recebe-se repetidamente o erro 15, tente utilizar outro mecanismo de procura.
Problema	**Está a utilizar uma NetHASP e contratou o seu programa para cinco licenças, mas só três utilizadores conseguem activar o programa**.
Solução	Utilize Aladdin Monitor para confirmar que postos estão a utilizar as licenças, é possível que desconheça que as cinco licenças já estão a ser utilizadas.

Capítulo 2

Cálculo de ligações de Estrutura Metálica *T-Connect*

Introdução

T-Connect é uma ferramenta para o desenho, cálculo e comprovação de ligações entre barras de aço. Dispõe de um assistente que permite a disposição dos diferentes componentes necessários para resistir aos esforços que se concentram num nó: parafusos, placas de reforço, rigidificadores, soldaduras… Através de opções facilmente seleccionáveis, é possível compor os diferentes elementos auxiliares a considerar num nó de uma estrutura, obter o seu desenho, comprovação e apresentar os pormenores de execução.

Pode-se utilizar em duas configurações diferentes; como um programa independente, ou então como um conjunto de funções que se adicionam às funções já existentes no menu do ***Tricalc***. A versão como programa independente permite a utilização do ***T-Connect*** por projectistas que tenham utilizado para o cálculo das barras da estrutura um programa diferente do ***Tricalc***, ou inclusive para projectistas que só estejam interessados no cálculo das ligações.

Dentro da amplitude de ligações que podem existir numa estrutura metálica, ***T-Connect*** permite desenhar e calcular determinados tipos de ligações, as mais comuns e suficientes para resolver a grande generalidade dos projectos de estruturas metálicas; em seguintes versões ir-se-á apresentando novos tipos de ligações que passarão a poder ser calculados.

O utilizador do ***T-Connect*** poderá ver graficamente o comportamento de uma ligação desenhada, com base em determinados esforços e geometria. No processo de criação da ligação, visualiza-se em 3D o aspecto final da ligação desenhada, podendo modificar-se o ponto de vista para o mais apropriado para cada visualização.

A utilização da configuração do ***T-Connect*** integrado no ***Tricalc*** permite não só utilizar os esforços e todas as combinações geradas pelo ***Tricalc***, como também criar uma biblioteca de ligações e reutilizá-las noutro local da mesma estrutura ou, inclusive, em outras estruturas.

Finalmente, é possível a pormenorização em desenhos com a visualização cotada das ligações realizadas bem como a obtenção dos relatórios de cada ligação para apresentação de uma memória de cálculo de cada ligação, incluindo imagens da mesma.

Os utilizadores do***Tricalc*** não notarão nenhuma diferença na aparência do programa, salvo nas novas funções do menu, próprias do ***T-Connect*** que permitirão trabalhar com as ligações.

Existe uma configuração independente para o ***T-Connect,*** num ficheiro de extensão ***.*EXE**, que possui uma janela de início própria e nos menus só se encontram as funções necessárias para o desenho e cálculo dos nós. Nesta configuração é possível recuperar estruturas calculadas com o***Tricalc,*** inclusive de versões anteriores, e criar as ligações necessárias para atribui-las aos nós. Para a modificação dos dados referentes à estrutura, barras, acções, geometria… é necessário dispor de uma licença do ***Tricalc***.

Modelação: Tipos de ligações permitidas

O programa ***T-Connect*** está estruturado em vários módulos, cada um dos quais aborda o cálculo de diferentes tipologias de ligações. Os módulos ***T-Connect.1*** e ***T-Connect.2*** são os primeiros a estar disponíveis, encontrando-se em fase de desenvolvimento os módulos ***T-Connect.3*** e ***T-Connect.4,*** aplicáveis ao cálculo de ligações entre perfis tubulares (3) e rectangulares (4), enformados a frio. Os módulos ***T-Connect.1*** e ***T-Connect.2*** analisam os seguintes tipos de ligações:

- ***T-Connect.1***: Perfis em **I** Ligações soldadas
  - Ligação viga-pilar pela alma do pilar soldada.
  - Ligação viga-pilar pela alma do pilar com angulares soldadas.
  - Ligação viga-pilar pelo banzo do pilar com angulares soldadas.
  - Ligação viga-pilar pelo banzo do pilar soldada.
  - Ligação de vigas enfrentadas soldadas.
- ***T-Connect.2****:* Perfis em **I** Ligações aparafusadas
  - Ligação viga-pilar pelo banzo do pilar com chapa de extremo.
  - Ligação viga-pilar pelo banzo do pilar com angulares aparafusadas.
  - Ligação viga-pilar pela alma do pilar com angulares aparafusadas.
  - Ligação de vigas enfrentadas aparafusadas.

Os perfis a ligar nestes dois módulos 1 e 2 devem ser necessariamente com forma de secção em **I** ou em **H**. Todas as ligações são realizadas entre duas barras pertencentes a um nó e o cálculo das comprovações realiza-se com base nesse nó. Não se garante a compatibilidade geométrica entre outras ligações que se realizem dentro de um mesmo nó.

Os módulos ***T-Connect.3*** e ***T-Connect.4*** tratam os seguintes tipos de ligações:

- ***T-Connect.3***: Perfis ocos rectangulares
  - Ligação de perfis rectangulares ocos em T.
  - Ligação de perfis rectangulares ocos em Y.
  - Ligação de perfis rectangulares ocos em K.
  - Ligação de perfis rectangulares ocos em N.
  - Ligação de perfis rectangulares ocos em X.
  - Ligação de perfis rectangulares ocos em KT.
- ***T-Connect.4****:* Perfis ocos circulares
  - Ligação de perfis circulares ocos em T.
  - Ligação de perfis circulares ocos em Y.

Ligação de perfis circulares ocos em K.

Ligação de perfis circulares ocos em N.

Ligação de perfis circulares ocos em X.

Ligação de perfis circulares ocos em KT.

T-Connect permite o desenho de ligações directamente sobre as secções de determinadas barras ou podem utilizar-se umas barras tipo como base para o desenho. A ligação pode posteriormente ser atribuída a determinadas barras de uma estrutura.

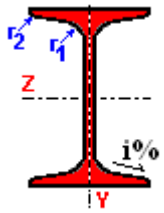
Alterações nas Bases de perfis

Desde a versão 6.4.50 incorporou-se informação nova nas bases de perfis de qualquer material. No caso dos perfis de aço, na caixa de diálogo de cada perfil inclui-se a seguinte informação adicional à já incluída em versões anteriores:

Laminado ou conformado

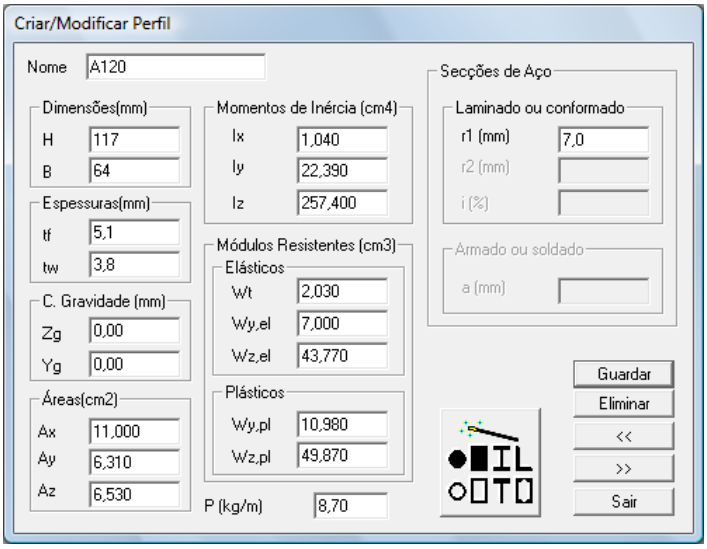
r1 (mm)	é o raio de concordância entre o banzo e a alma do perfil.
r2 (mm)	é o raio de concordância entre a parte interior e a parte exterior dos banzos. Só tem utilidade no caso do perfil ter os banzos inclinados.
I (%)	é a inclinação da face interior dos banzos.

Estes parâmetros podem-se visualizar na figura seguinte:



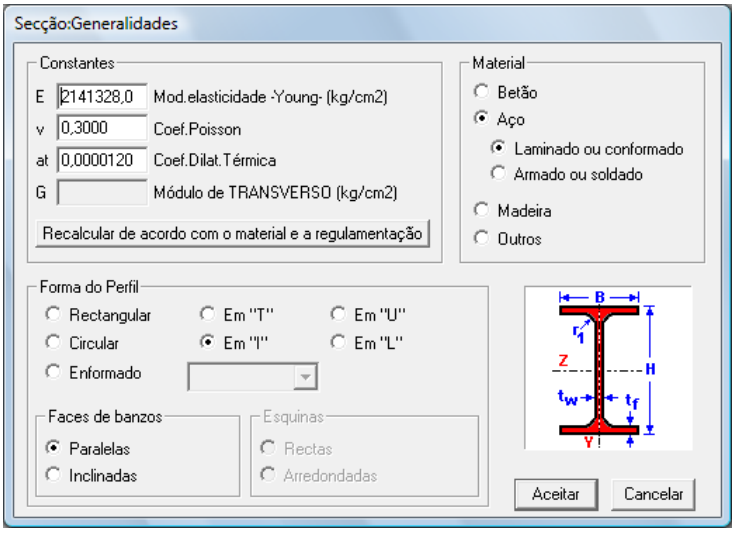
Perfil Soldado

a(mm): é a espessura da garganta de soldadura que une o banzo e a alma.

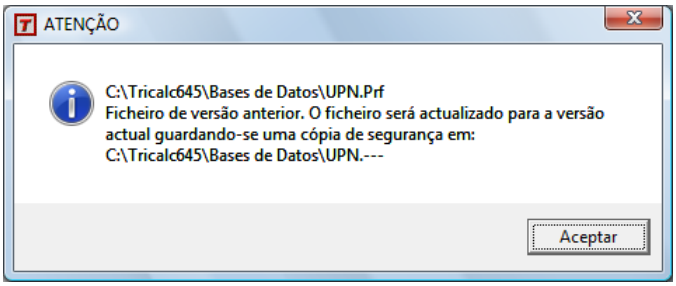


Na caixa de **Propriedades...** associadas a cada perfil colocaram-se novas opções para estabelecer as seguintes características:

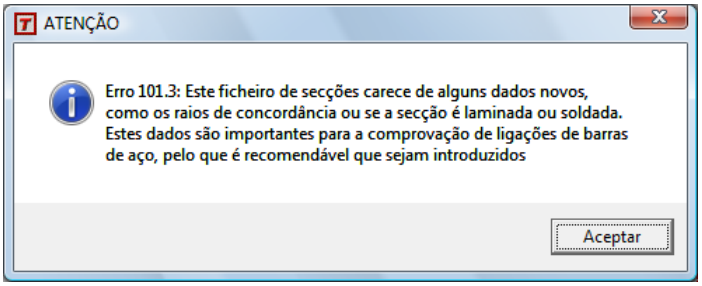
- **Material**
- **Laminado** ou **conformado** e **soldado**. No caso do material seleccionado ser o aço, esse perfil é laminado/conformado ou então armado/soldado.
- **Faces dos banzos.**
- **Paralelas** ou **Inclinadas**. Se as faces dos banzos são paralelas ou não.
- **Esquinas.**
- **Rectas** ou **Arredondadas**. No caso da forma da secção seleccionada ser rectangular, indicar se as esquinas são rectas ou arredondadas.



Ao abrir um ficheiro PRF de versões anteriores à 6.4.50, aparece a mensagem:


ATENÇÃO
C:\Tricalc645\Bases de Datos\UPN.Prf
Ficheiro de versão anterior. O ficheiro será actualizado para a versão actual guardando-se uma cópia de segurança em:
C:\Tricalc645\Bases de Datos\UPN.---
Aceptar

O programa realiza de forma automática a transformação do ficheiro, atribuindo o valor 0 aos novos dados **r1**, **r2**, **i(%)** e **a.** Estes valores devem de ser actualizados pelo utilizador com o valor contido nas características dos perfis do fabricante. Quando se utiliza algum destes perfis sem os valores de **r1**, **r2**, **i(%)** e **a** actualizados o programa avisa através da seguinte mensagem:


ATENÇÃO
Erro 101.3: Este ficheiro de secções carece de alguns dados novos, como os raios de concordância ou se a secção é laminada ou soldada. Estes dados são importantes para a comprovação de ligações de barras de aço, pelo que é recomendável que sejam introduzidos
Aceptar

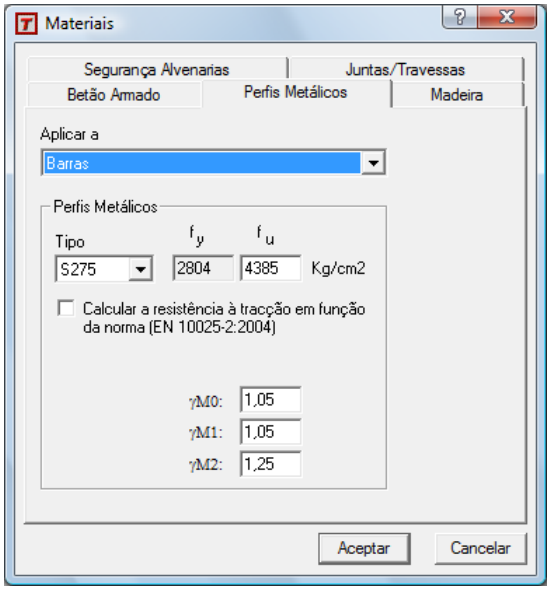
Nos perfis do grupo **ARCELOR** introduziram-se todos os valores fornecidos na informação do fabricante (**r1**, **r2**, e **i(%)**). É intenção da Arktec ir actualizando esta informação em outras bases de perfis (consultar a página http://www.arktec.com/tricalc.htm).

A nomenclatura dos perfis da série UNE-EN 10210- 2 (perfis laminados a quente "CHSH, RHSH, SHSH") e os da série UNE-EN 10219- 2 (perfis enformados a frio "CHSC, RHSC, SHSC") é realizada de modo standard na definição dos perfis, sendo esta, pela sua largura, altura e espessura no caso das rectangulares, por exemplo 60x40x4; para o caso das circulares define-se pelo seu diâmetro e espessura, como por exemplo 60.3x4.

Estes perfis são fornecidos pelo ICT (Instituto para a Construção Tubular), que é uma associação promovida pelos fabricantes espanhóis de perfis tubulares de aço

Materiais: Aço Estrutural

Na função **Cálculo>Materiais**, no separador **Aço estrutural** aparece um novo parâmetro, *fu*, limite último de rotura, que só tem aplicação no capítulo de ligações que aqui se aborda. Permite-se, marcando o campo **Calcular a resistência à tracção em função da regulamentação**, que o programa calcule automaticamente o valor de *fu*. Se o campo mencionado não estiver seleccionado, o utilizador poderá introduzir o valor de fu que considere adequado.



Utilizando as normas espanholas (CTE) e a norma portuguesa, o cálculo realiza com base nos aços estruturais não ligados (EN 10025-2), não existindo possibilidade de realizar o cálculo para aços estruturais resistentes à corrosão atmosférica. Na lista seguinte indicam-se, dependendo da regulamentação seleccionada para trabalhar, de onde se obtêm os dados para calcular o valor de f_u:

Espanha (EHE, EFHE, NCSE, CTE)	EN 10025-2:2004
Espanha (EHE, EFHE, NCSE, EA-95, NBE, EC5, EC6)	NBE EA-95
Espanha (EH-91, EF-96, NCSE, EA-95, FL-90, NBE)	NBE EA-95
Portugal	EN 10025-2:2004
Brasil	ABNT EB583, NB-14/1986
México D.F	NMX B-254 (ASTM A36); NMX B-284 (ASTM A572)
México – USA	NMX B-254 (ASTM A36); NMX B-284 (ASTM A572)
Argentina	CIRSOC 301
Chile – USA	NCh 427

Esquema geral de funcionamento

Existem duas configurações possíveis de ***T-Connect***: Como um conjunto de funções adicionadas ao menu do ***Tricalc*** (configuração integrada) ou como programa autónomo (configuração independente). O esquema de funcionamento de cada configuração é o seguinte:

T-Connect: Configuração integrada dentro do Tricalc

O processo de trabalho habitual será a realização do cálculo prévio da estrutura, até conseguir que todas as barras comprovem face às acções e hipóteses de cálculo requeridas. A partir desse momento procede-se ao desenho e cálculo das ligações entre as barras com as funções próprias do menu do ***T-Connect***.

Caso em que se calculam as ligações depois do cálculo das barras: as combinações de esforços a utilizar no cálculo da ligação podem-se recuperar automaticamente a partir das barras da estrutura, sendo este facto muito importante pelo que se poupa em tempo e trabalho e ganha em automatização e segurança no cálculo das ligações.

Caso em que se calculam as ligações sem calcular a estrutura: é um caso menos habitual, pois terá de introduzir-se todos os esforços de todas as combinações de acções de forma explicita no assistente de definição de cada ligação, quer seja através da sua introdução manual na tabela correspondente ou importando as combinações desde o *Ms-Excel* num formato especificado.

T-Connect: Configuração independente do *Tricalc*

Pode utilizar-se ***T-Connect*** para desenhar e calcular ligações de uma estrutura calculada com ***Tricalc*** e da qual se tenham os seus ficheiros. Igualmente podem desenhar-se as ligações sem ter a estrutura calculada com ***Tricalc,*** a partir dos esforços introduzidos directamente no ***T-Connect*** pelo utilizador, ainda que este processo seja mais trabalhoso que recuperar as combinações automaticamente. Também existem várias funções para definir e importar a geometria e pré-dimensionamento da estrutura quando tenham sido calculadas por outros meios ou com outro programa diferente do ***Tricalc***.

Quando se dispõe da estrutura no formato ***Tricalc,*** pode recuperar-se com a configuração independente do ***T-Connect*** para seleccionar na estrutura as barras cujas ligações se pretendem calcular. Em ***T-Connect*** podem modificar-se e atribuir-se diferentes perfis à estrutura recuperada. Neste caso, perde-se o cálculo da estrutura, que deverá ser realizado novamente com ***Tricalc***.

T-Connect dispõe das funções necessárias para o desenho e cálculo das ligações e de um conjunto de funções próprias do ***Tricalc,*** com o objectivo de facilitar aos utilizadores que não disponham de ***Tricalc*** a possibilidade de definição da geometria e pré-dimensionamento da estrutura.

T-Connect permite igualmente abrir estruturas calculadas com ***Tricalc Pórticos***.

Quando ***Tricalc*** e ***T-Connect*** (na sua configuração independente) são utilizados no mesmo equipamento, não é possível que as duas aplicações se executem de forma simultânea. O processo de trabalho aconselhado é primeiro finalizar o cálculo das barras da estrutura com ***Tricalc,*** e depois fechar ***Tricalc*** e abrir ***T-Connect*** para realizar o desenho das ligações.

Menu de T-Connect: Funções de *Tricalc*

Existem funções específicas de ***Tricalc*** que estão disponíveis na configuração independente do ***T-Connect,*** para facilitar a definição das ligações e a sua atribuição a barras da estrutura. Estas funções são:

Menu **Ficheiro**

Menu **Importar**

Funções **Importar ASCII..., Importar DXF3D**

Menu **Geometria**

Menu **Barra**

Funções **Análise**... e **Ver Barra**...

Menu **Nó**

Funções **Análise**... e **Ver Nó**...

Menu **Planos** (excepto **Planos Automáticos**)

Função **Conjuntos**

Função **Verificar**

Menu **Acções**

Não existe este menu

Menu **Secções**

Função **Definir**…

Menu **Girar Secção**

Todas as funções.

Funções **Visualizar** e **Perfis**…

Menu **Cálculo**

Funções **Materiais…, Opções…, Listagens de Erros e Gráfico de erros**

Menu **Resultados**

Função **Quadro de Placas**

Menu **Ajudas**

Todas as funções

Menu **?**

Todas as funções

Utilizar uma estrutura para calcular as suas ligações

A configuração independente do ***T-Connect*** pode utilizar-se para o desenho, cálculo e obtenção de desenhos das ligações entre barras, sem necessidade de dispor da estrutura. Se não possuir a estrutura em ficheiros de formato ***Tricalc***, pode utilizar-se ***T-Connect*** de diferentes formas para poder definir as ligações sobre a geometria da estrutura, a fim de recuperar o pré-dimensionamento das barras, o ângulo entre barras e gerar quadros completos das pormenorizações de todas as ligações de um projecto. As possibilidades são:

Recuperar uma estrutura do *Tricalc*.

Na configuração independente do ***T-Connect***, a informação das ligações de uma estrutura pode armazenar-se num único ficheiro da estrutura. A função **Ficheiro>Abrir…** permite criar novos ficheiros para conter diferentes ligações. Mais adiante, neste manual, entender-se-á que o termo "estrutura" é um termo genérico utilizado para referir a informação pertencente às ligações do ***T-Connect*** desenhadas dentro de uma estrutura do ***Tricalc***, ou aos ficheiros que contêm só a definição das ligações.

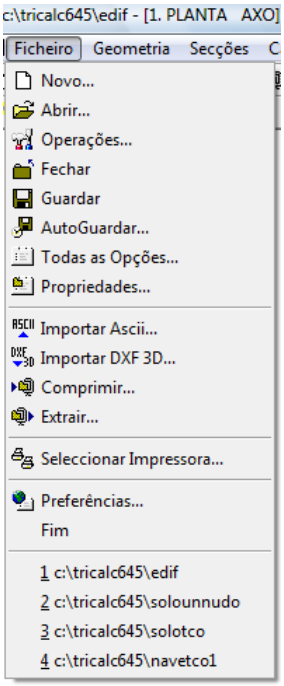
Recuperação de estruturas criadas com *demoTricalc*

Pode-se definir a estrutura no programa ***demoTricalc***, versão de demonstração e de livre utilização do ***Tricalc***, que se instala automaticamente em **C:\TRICALXX** (XX é a versão) ou **C:\Arktec\Tricalc** e também pode descarregar desde **¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.**. Para executar ***demoTricalc*** seleccione ***demoTricalc X.X*** em **Iniciar>Programas>Arktec\Tricalc X.X**.

Também pode utilizar a licença gratuita de ***Tricalc Pórticos*** que se pode descarregar desde http://www.arktec.com/tricalcporticos.htm e importar as estruturas geradas com este programa, para o cálculo das ligações em ***T-Connect***.

Tendo criado a estrutura com ***demoTricalc*** é possível utilizar a sua geometria para o desenho dos nós. ***T-Connect*** lê o formato dos ficheiros de ***demoTricalc***, sendo possível utilizar a geometria e o pré-dimensionamento para definir, desenhar e calcular as ligações. No momento da importação das estruturas no formato ***demoTricalc***, ***T-Connect*** realiza uma transformação da estrutura para o formato ***Tricalc***, pelo que não é possível voltar a abrir estes ficheiros com ***demoTricalc***. Por este motivo ***T-Connect*** realiza sempre esta transformação de ficheiros sobre uma cópia, mantendo os ficheiros originais de ***demoTricalc***.

Uma vez que ***demoTricalc*** só permite calcular esforços de pequenos modelos, com limitações nos valores das acções a utilizar, o habitual será que a estrutura definida em ***demoTricalc*** não tenha os esforços calculados, sendo necessária a definição explícita dos esforços e combinações a utilizar no cálculo de cada ligação.



Menu **Ficheiro** de ***T-Connect***, configuração independente

Recuperação da estrutura no formato DXF3D

O formato DXF3D permite intercambiar informação tridimensional de linhas e pontos. Num software de CAD que disponha deste formato de exportação, desenham-se as linhas e os pontos que coincidem com as barras e nós da estrutura. ***T-Connect*** reconhece estas entidades do desenho, realizando a sua transformação em barras e nós da estrutura. Ou seja, quem souber trabalhar com um programa de desenho que exporte DXF pode aí definir toda a estrutura. Uma vez importada a estrutura em ***T-Connect***, podem-se utilizar as funções **Secções e dados>Definir secção...** e **Secções e dados>Girar secção...**, para definir-se os perfis das barras e o seu ângulo de rotação referente aos eixos principais. A partir deste ponto, pode-se proceder ao desenho das ligações entre as barras.

Uma vez que a estrutura importada não terá os esforços calculados, será necessário proceder à definição explícita dos esforços e combinações a utilizar no cálculo de cada ligação.

Recuperação da estrutura a partir do formato ASCII

O formato ASCII do ***Tricalc*** permite intercambiar informação tridimensional de barras, nós e pré-dimensionamento das barras. Os ficheiros de intercâmbio podem ser criados com um editor de textos, ou com outros programas pré-processadores da geometria. Caso se pretenda somente importar a geometria das barras e nós, podem utilizar-se as funções **Secções e dados>Definir secções...** e **Secções e dados>Girar secções...** para a atribuição dos perfis.

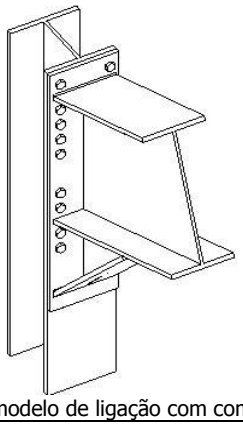
Uma vez que a estrutura importada não terá os esforços calculados, será necessário proceder à definição explícita dos esforços e das combinações a utilizar no cálculo de cada ligação.

Modelos de ligações

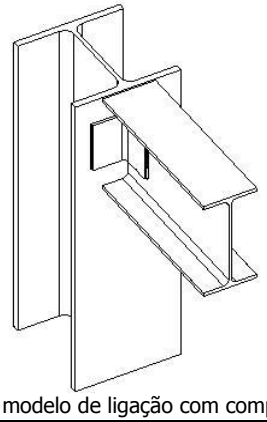
Um modelo de ligação é formado por um conjunto de componentes disponíveis para utilizar em cada tipo de ligação, que são tratados de forma única como um modelo. Os tipos de ligação suportados pelo programa são os indicados no capítulo *Modulação do produto: tipos de ligações*.

Os componentes que podem pertencer a um modelo são os seguintes:

- Tipos de Perfis das barras da ligação *(T–Connect 1,2, 3 e 4*)
- Placas de extremo (só *T-Connect 1 e 2*)
- Parafusos (só *T-Connect 2*)
- Chapas de reforço da alma (só *T-Connect 1 e 2*)
- Rigidificadores horizontais e oblíquos (só *T-Connect 1 e 2*)
- Soldaduras (*T–Connect 1,2, 3 e 4*)
- Chapas de respaldo (só *T-Connect 2*)
- Perfis angulares (só *T-Connect 1 e 2*)
- Cartelas (só *T-Connect 1 e 2*)
- Reforços: Placa de topo e Placa lateral (só *T-Connect 3 e 4*)



Exemplo do modelo de ligação com componentes do



Exemplo do modelo de ligação com componentes do

tipo: perfis em 'I', viga inclinada, chapa de respaldo, cartela e parafusos	tipo: perfis em 'I', com angulares e com soldaduras

Daqui em diante, quando nos referirmos neste manual de forma genérica a um *modelo de ligação* estaremos referindo-nos ao *conjunto de componentes que formam uma ligação* e que poderão ser atribuídos a um ou a vários nós de uma estrutura. A partir dos tipos de ligações suportados em ***T-Connect***, podem-se criar uma grande quantidade de modelos de ligações, constituídos pelas diferentes combinações dos seus diferentes componentes: com placas, com várias filas de parafusos, com rigidificadores, com soldaduras…

Portanto, a partir dos tipos de ligação permitidos pelo programa e seus componentes, pode dizer-se que no programa se permitem criar dezenas de possíveis modelos de ligações diferentes.

Desenho de modelos

Os modelos de ligações podem ser desenhados a partir da selecção das barras da estrutura, das quais se recolhem os vários dados geométricos, como o seu ângulo de inclinação e o seu pré-dimensionamento, ou directamente nos assistentes de que dispõe o programa definindo aí toda a informação necessária.

Em qualquer dos dois casos de definição acima mencionados, cada modelo guardará os dados geométricos e os componentes utilizados, verificando-se a sua validade quando se quer atribuir aos nós nos quais existem diferenças geométricas relativamente ao desenho original do modelo. Mais adiante comentam-se os critérios de ajuste de cada modelo aos nós.

Modelos adaptáveis a diferentes nós

É possível adaptar modelos que estão desenhados e guardados numa base de dados do ***T-Connect***, para realizar uma nova ligação. A base de dados pode ser qualquer uma das descritas no capítulo **Organização dos modelos de ligações**, que se desenvolverá mais adiante. Para realizar a nova ligação é possível importar qualquer modelo de ligação existente na base, sempre e quando seja compatível com as barras a unir.

O modelo procedente da base de dados alterará os perfis e o valor do ângulo formado pelos das barras às quais se atribui, existindo a opção de reajustar geometricamente o resto dos elementos da ligação de acordo com os novos parâmetros. Para mais informação acerca do reajuste dos elementos das ligações ver o capítulo **Reajuste de valores**.

Condições que os perfis devem de cumprir

O programa permite o desenho dos modelos de ligações entre barras que cumpram as seguintes condições:

- Os perfis das barras têm de ser de material aço com forma de **I** ou **H**, ocos rectangulares ou circulares, cujos dados são especificados na base de dados de perfis.
- Para as ligações do tipo **viga-pilar**, a alma da viga deve estar contida num plano vertical e deve ter o seu eixo geométrico (o que passa pelo seu centro de gravidade) da sua secção, centrada relativamente à largura dos banzos ou da alma do pilar com o que se une, segundo se realize a ligação pelos banzos ou pela alma.
- Para as ligações do tipo **viga-viga enfrentadas (frente com frente)** os perfis das vigas têm de ser iguais. É ainda necessário que as almas das vigas sejam co-planares e o plano das almas não pode ser paralelo ao plano horizontal.

- Para as ligações de **perfis ocos em** no mesmo cordão**,** têm que ter a mesma secção e estar perfeitamente encastrados e com o mesmo posicionamento.
- As barras de reforço no caso dos perfis ocos rectangulares têm que estar centradas na face do cordão.
- Em qualquer caso, todas as barras que formam a ligação têm de ser coplanares.
- Entre duas barras que formam uma ligação não pode existir um ângulo menor de 30º.

Conceito de componente segundo o EC3

A norma EN 1993-1-8:2005 propõe um método nos seus capítulos de 1 ao 6 para a comprovação de ligações entre barras de aço denominado *Método dos Componentes*. Segundo este método, uma ligação é a assemblagem de uma série de componentes básicos. Segundo a Norma citada no seu capítulo 1.4.1., um *componente básico* é parte de uma ligação que realiza uma contribuição para uma ou mais das suas características estruturais. Para os módulos *T-Connect 3 e 4* a comprovação das ligações rege-se pelo indicado no capítulo 7 da mesma norma

Organização dos modelos de ligações

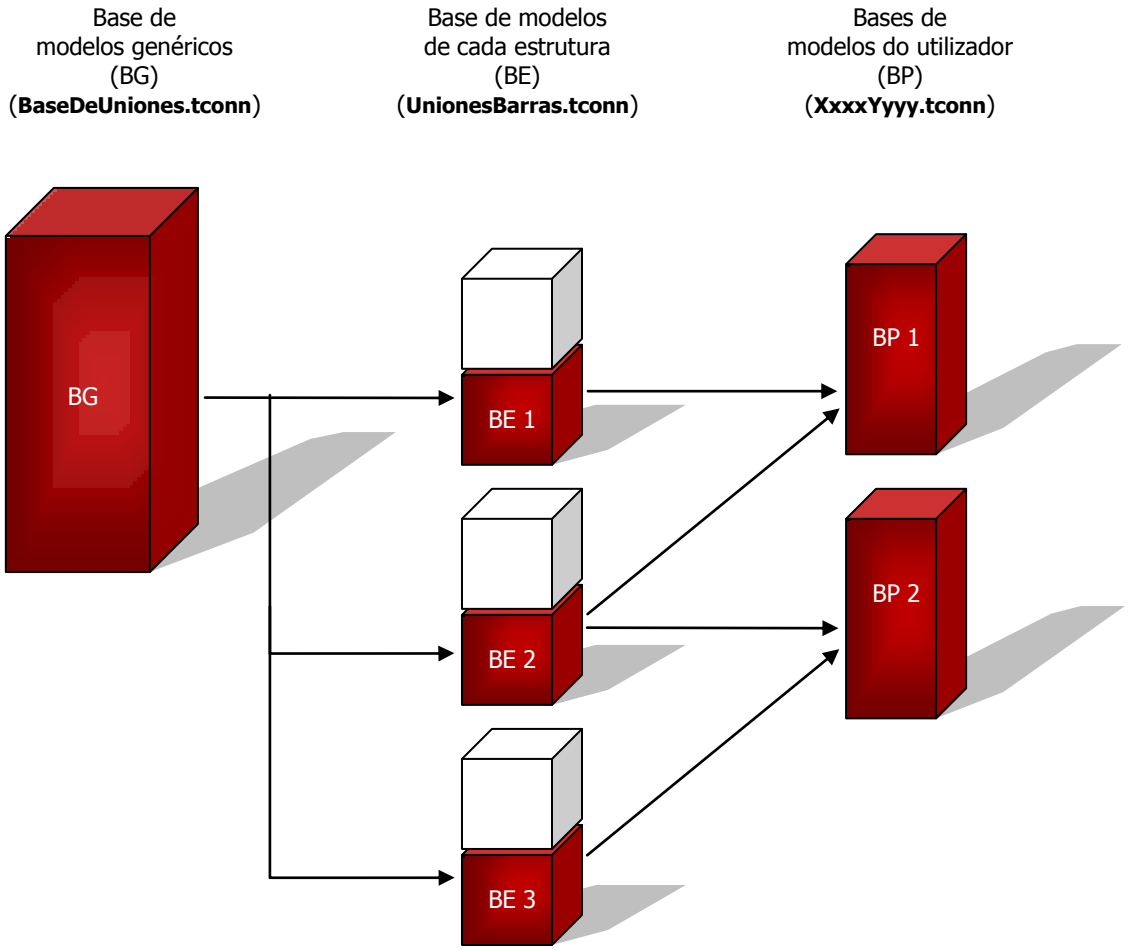
A informação relativa a cada modelo de ligação armazena-se nos ficheiros das bases de dados dos modelos, que possuem a extensão ***.TCONN**. Cada estrutura guarda na sua pasta o seu próprio ficheiro de modelos, chamado **UnionesBarras.tconn**, onde se encontram armazenados todos os modelos que se utilizam na estrutura (*BE* no gráfico adjunto) e a sua atribuição aos nós e barras.

Conjuntamente com o ***T-Connect*** fornece-se uma base de dados de *modelos genéricos*, contidos no ficheiro **BaseDeUniones.tconn**, que tem por objectivo facilitar o trabalho de desenho de novos modelos a partir dos modelos base já incluídos neste ficheiro (*BG* no gráfico adjunto). Os modelos incluídos nesta base de dados podem ser importados para uma estrutura e ser modificados para adaptá-los a cada desenho particular.

O próprio utilizador pode criar os seus ficheiros de modelos de ligações, agrupando-os de acordo com o critério que decida, por exemplo por tipologias de perfis, por dimensões…, através da exportação dos mencionados modelos (*BP* no gráfico adjunto) com o comando **Exportar a base de dados...** localizado na última caixa de cada assistente.

A base de modelos de uma estrutura pode ser utilizada por outra estrutura para importar os seus modelos e particularizá-los para um novo projecto.

A organização das bases de dados de modelos de ligações fica como se pode constatar no gráfico:

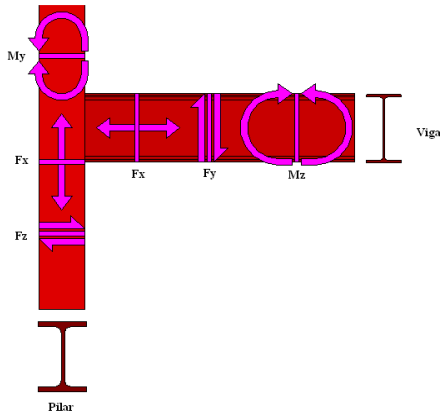


Critério de sinais dos esforços

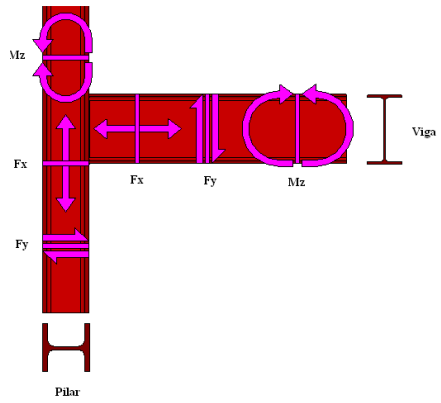
Nos assistentes de criação de modelos de ligações existe de forma permanente uma vista em 3D que, além de mostrar o estado do desenho da ligação, informa acerca do critério de sinais dos esforços, quando se selecciona o campo da tabela de introdução de esforços (ver capítulo Navegação pelos assistentes). Com os modelos disponíveis em ***T-Connect 1 e 2***, temos três possíveis critérios de sinais:

- Ligações viga-pilar pela alma do pilar.
- Ligações viga-pilar pelo banzo do pilar.
- Ligações viga-viga.

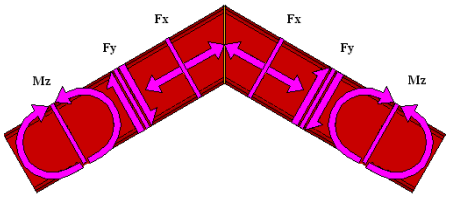
As figuras a seguir apresentadas indicam graficamente os critérios de sinais utilizados no ***T-Connect***:



Critério de sinais das ligações viga-pilar pela alma do pilar

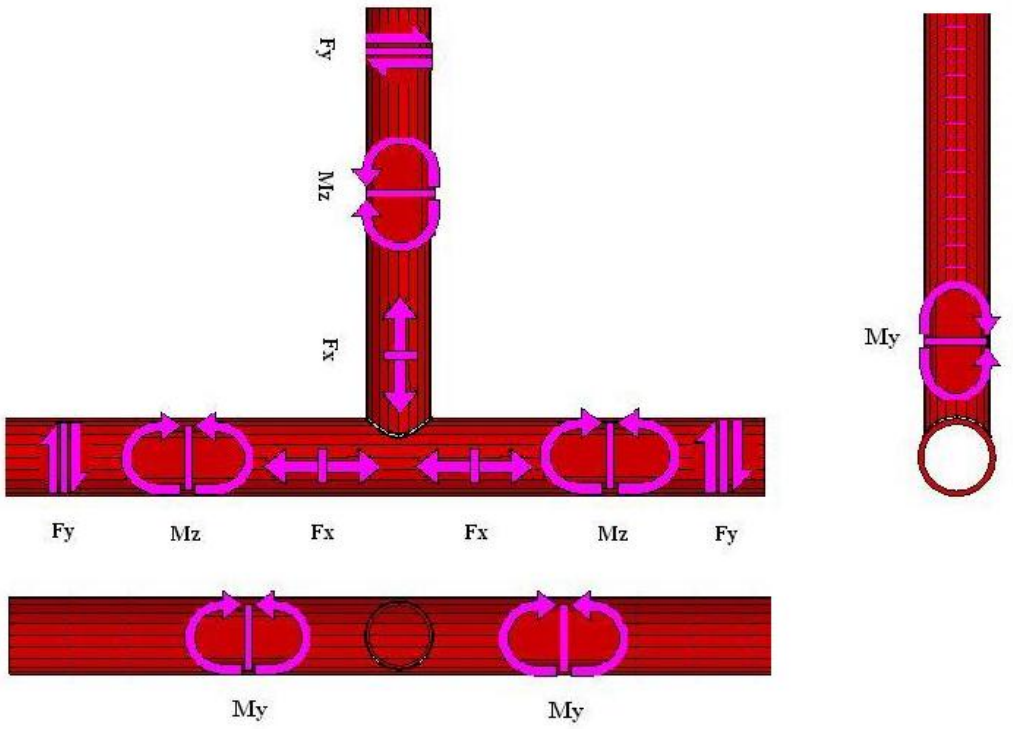


Critério de sinais das ligações viga-pilar pelo banzo do pilar



Critério de sinais das ligações viga-viga

Para os modelos de ***T-Connect 3 e 4,*** remetemos ao assistente para comprovar o critério de sinais que se considerará em cada uma das barras que formam a ligação, como exemplo, apresenta-se uma ligação circular oca.



Ligação circular oca em T

Como começar a desenhar modelos de ligações?

Caso se disponha da estrutura calculada com o***Tricalc***, é necessário abrir a estrutura, quer seja com ***Tricalc*** (configuração integrada do ***T-Connect***), ou com ***T-Connect*** (configuração independente).

Caso possua a configuração integrada de ***T-Connect*** em ***Tricalc***, o processo lógico é uma vez definida e calculada a estrutura, se passe para o desenho e cálculo das ligações.

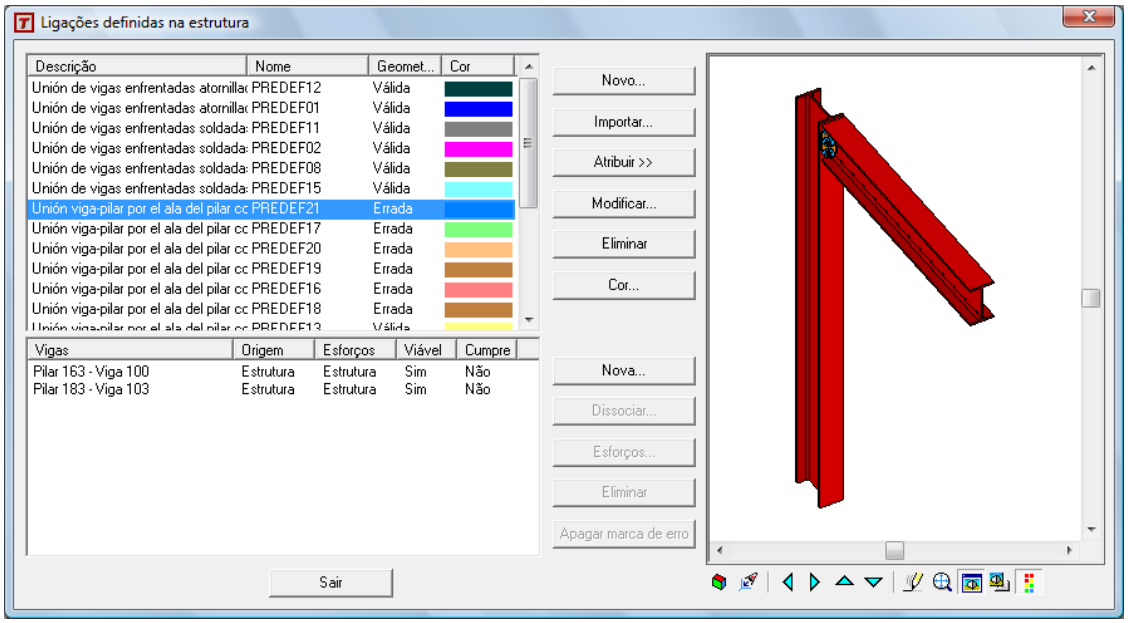
O procedimento mais rápido para desenhar e calcular as ligações de uma estrutura é atribuir aos nós modelos de ligações já criados em estruturas anteriores ou existentes na base geral de modelos. Uma vez atribuídos os modelos, a função **Cálculo>Ligações(Aço)>Calcular** realizará a comprovação das ligações.

Caso não encontre um determinado modelo para algum nó da estrutura, poderá desenhar um novo modelo com os assistentes de cada tipo de ligação.

Nos três capítulos seguintes explicam-se os procedimentos necessários para atribuir modelos existentes a uma nova estrutura e para criar novos modelos.

Atribuir ou modificar uma ligação

Acedendo desde a função do menu **Geometria>Ligações (Aço)>Atribuir/modificar**, chega-se à caixa de diálogo **Ligações definidas na estrutura**. Aqui podem-se gerir os modelos existentes no projecto e a sua atribuição aos nós da estrutura. O aspecto do caixa de diálogo é o seguinte:


Ligações definidas na estrutura
Descrição
Nome
Geomet...
Cor
Unión de vigas enfrentadas atornillad PREDEF12 Válida
Unión de vigas enfrentadas atornillad PREDEF01 Válida
Unión de vigas enfrentadas soldadas PREDEF11 Válida
Unión de vigas enfrentadas soldadas PREDEF02 Válida
Unión de vigas enfrentadas soldadas PREDEF08 Válida
Unión de vigas enfrentadas soldadas PREDEF15 Válida
Unión viga-pilar por el ala del pilar cc PREDEF21 Errada
Unión viga-pilar por el ala del pilar cc PREDEF17 Errada
Unión viga-pilar por el ala del pilar cc PREDEF20 Errada
Unión viga-pilar por el ala del pilar cc PREDEF19 Errada
Unión viga-pilar por el ala del pilar cc PREDEF16 Errada
Unión viga-pilar por el ala del pilar cc PREDEF18 Errada
Vigas
Origem
Esforços
Viável
Cumpre
Pilar 163 - Viga 100 Estrutura Estrutura Sim Não
Pilar 183 - Viga 103 Estrutura Estrutura Sim Não
Novo...
Importar...
Atribuir >>
Modificar...
Eliminar
Cor...
Nova...
Dissociar...
Esforços...
Eliminar
Apagar marca de erro
Sair

Na lista superior aparecem os modelos de ligações definidas até ao momento para a estrutura, lista que estará vazia se ainda não definiu nenhum modelo. Inclui-se a descrição do modelo, o seu nome reduzido e a sua cor de identificação no modelo da estrutura. A **Verificação de Geometria** informa sobre os possíveis erros de geometria do modelo.

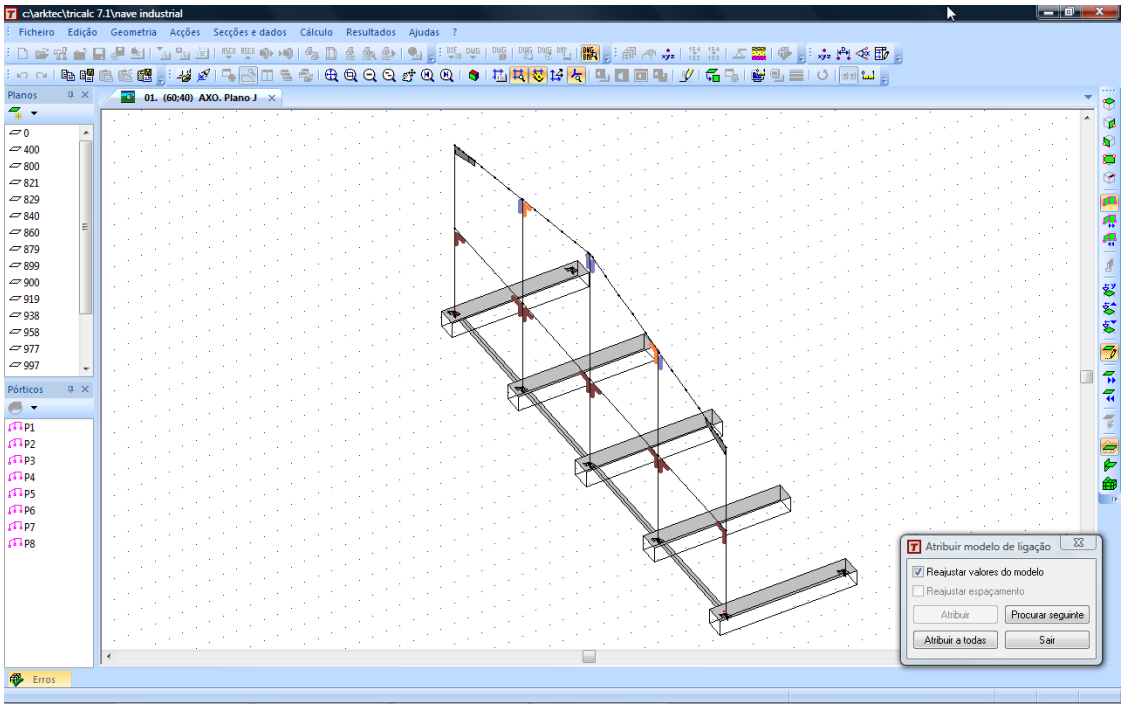
Na lista inferior desta caixa aparecem, ao seleccionar um determinado modelo na lista superior, as barras às quais se encontra atribuída essa ligação, com a seguinte informação:

- **Barras**, as que têm atribuídas o modelo.
- **Origem** da ligação, ou seja, se a ligação está associada à estrutura aberta, ou se é uma ligação explícita que não está relacionada com nenhum nó da estrutura.
- **Esforços,** com os quais se calcula a ligação, que podem vir da estrutura ou então terem sido definidos pelo utilizador (esforços explícitos).
- **Viável**, com informação da viabilidade do modelo existente para a situação actual da ligação.
- **Cumpre** com informação do cumprimento na sua totalidade das comprovações às quais está submetida a ligação.

Existe uma lista de funções associadas a diferentes botões. O significado das funções situadas na parte superior da caixa é a seguinte:

- **Novo...**: permite agregar um novo modelo ao projecto actual. Acede-se à selecção de barras da estrutura (caso existam), ou então directamente à caixa de diálogo **Seleccionar tipo de ligação**. Ver capítulos seguintes *Ligações possíveis para uma ligação* e *Todas as ligações possíveis*.
- **Importar...**: permite aceder a uma base de modelos de ligações para importar para a estrutura modelos já criados anteriormente. Ver capítulo *Importação de modelos.*

- **Atribuir>>**: permite atribuir o modelo seleccionado a barras da estrutura. Seleccionam-se as barras às quais se pretende atribuir o modelo. Também é possível, através de um comando que aparece junto da estrutura, procurar nós aos quais podemos atribuir este modelo, ou então atribuir o modelo a todos os possíveis nós da estrutura.



- **Atribuir**, o programa encontrou uma configuração de barras às quais se pode atribuir o modelo e que se representam em cor intermitente. Caso pressionemos este botão, é atribuído o modelo a estas barras. Se o modelo não corresponde às barras encontradas porém pode ser adaptado, o programa realizará automaticamente esta adaptação (sempre que a opção **Reajustar valores do modelo** desta caixa esteja activada**)**. Por exemplo, se o modelo possui perfis diferentes das barras encontradas na estrutura, o programa criará um novo modelo com estes novos perfis. Na caixa **Ligações definidas na estrutura** permanecerá o modelo importado e ir-se-á criar o novo modelo atribuído às barras.
- **Procurar seguinte**, passa para o nó seguinte onde o programa encontrou barras às quais se pode atribuir o modelo.
- **Atribuir a todas**, realiza as funções de **Atribuir** e **Procurar seguinte** sem solicitar autorização de atribuição ao utilizador.
- **Reajustar espaçamento,** para ligações de secções ocas em K, N e KT já definidas na estrutura, se esta opção estiver seleccionada, o programa altera o espaçamento que vem por defeito no assistente pelo que exista na estrutura original.
- **Reajustar valores do modelo**, permite activar ou desactivar o ajuste automático de um modelo às características de cada ligação da estrutura (perfis, ângulos entre barras…). Outros ajustes que se realizam neste processo de atribuição são:

  Se o modelo a atribuir **tem definidas cartelas superior ou inferior**, estas cartelas conservam-se mesmo que as vigas do nó não estejam definidas como sendo de inércia variável do tipo semi-perfil. O utilizador deverá modificar o modelo de barras no ***Tricalc*** para definir a viga como de inércia variável, se o considerar conveniente.

Se o modelo a atribuir **não tem definidas cartelas superior e inferior** e a viga do nó tem definida inércia variável do tipo semi-perfil, então o modelo de ligação modifica-se automaticamente para incluir entre as suas componentes cartelas superior e/ou inferior, caso as componentes do modelo assim o permitam. Por exemplo, se o modelo tem angulares na alma da viga, não será possível adicionar estas cartelas automaticamente.

Se o modelo a atribuir **tem definidas cartelas superior o inferior**, e a viga do nó está definida como de inércia variável do tipo semi-perfil, então o modelo de ligação modifica-se automaticamente para dimensionar as suas cartelas para as dimensões das cartelas da viga.

Ver a informação relativa aos ajustes dos ângulos entre barras e às dimensões dos perfis que se realizam neste processo no capítulo *Reajuste de valores* deste manual.

- **Sair**, regressa à caixa **Ligações definidas na estrutura**, onde se exibem na lista superior os novos modelos criados e na lista inferior as barras a que estão atribuídos cada modelo.

O resultado desta atribuição representar-se-á na parte inferior desta caixa, com as barras às quais se atribuiu o modelo. Se não existe barras definidas na estrutura, este botão estará desactivado.

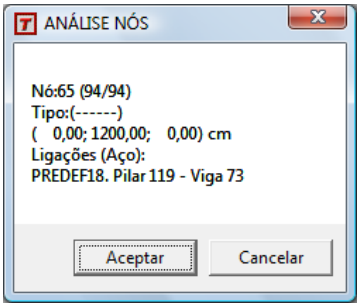
- **Modificar...**: Esta função permite alterar a definição geométrica do modelo seleccionado. Não se permite a modificação dos seus esforços, excepto quando a ligação está atribuída a um único nó da estrutura. Para mais informação, consultar *Navegação pelos assistentes.*
- **Eliminar**: elimina o modelo do projecto actual, incluindo as suas vinculações com os nós a que estiver atribuído.
- **Cor...**: altera a cor de representação deste modelo na visualização 3D da estrutura.

O significado das funções situadas na parte inferior da caixa é o seguinte:

- **Nova**...: Permite estabelecer uma nova combinação de esforços para o modelo seleccionado na lista superior. Esta opção permite verificar um modelo para as combinações além de dispor da estrutura calculada e do T-Connect. Esta opção permite comprovar um mesmo modelo para o número de diferentes combinações que se necessite.
- **Dissociar...:** Desvincula a atribuição existente entre um modelo e os seus nós e cria um novo modelo no projecto. Ao pressionar neste botão mostrar-se-á o assistente do tipo de ligação correspondente e poder-se-á modificar os seus componentes. Ao finalizar, ter-se-á criado um novo modelo de ligação na lista superior com a atribuição dos esforços que tinha antes de começar o processo na lista inferior. Por exemplo, esta função permite particularizar o desenho de um modelo para um nó em particular (por necessitar de mais parafusos e\ou mais rigidificadores), tomando um modelo já existente como ponto de partida.
- **Esforços:** Modifica as combinações de esforços da ligação seleccionada na lista inferior. Não se permite modificar a geometria do modelo, salvo no caso do modelo estar atribuído só a um nó ou a uma ligação explícita. Esta função serve para modificar as combinações que comprovam um modelo, sem modificar os seus componentes nem a sua geometria. Caso se pretenda modificar a geometria, é necessário utilizar a função do botão **Dissociar** e alterar só uma ligação, ou então utilizar o botão **Modificar** caso se pretenda modificar o modelo para todas as ligações às quais o modelo está atribuído.
- **Eliminar:** Elimina a linha seleccionada na lista inferior, eliminando a vinculação entre um modelo e as barras às que está atribuído.
- **Eliminar o erro:** Elimina a marca de erro da coluna **Cumpre**, para a linha seleccionada. O programa não realizará nenhuma verificação sobre o facto de ser adequado eliminar este aviso. Nos desenhos e relatórios desta ligação aparecerá o texto *(Não cumpre)* ou *(Cumpre/Ok)*, em função do valor da coluna **Cumpre**.

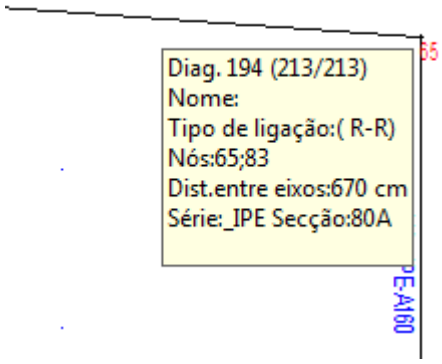
Ver as ligações atribuídas a um nó

A função **Geometria>Nó>Análise...** permite obter informação sobre as ligações atribuídas a um nó. A informação que se exibe é a seguinte:

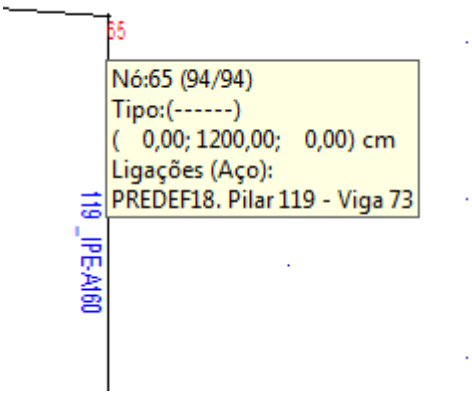


A opção **Etiquetas emergentes** dentro da caixa **Ajudas>Preferências ecrã...** permite activar a representação de etiquetas emergentes ao colocar o rato sobre barras e sobre nós:

Para Barras contém a mesma informação que a função **Barra>Análise**:



Para nós contém a mesma informação que a função **Nó>Análise**:

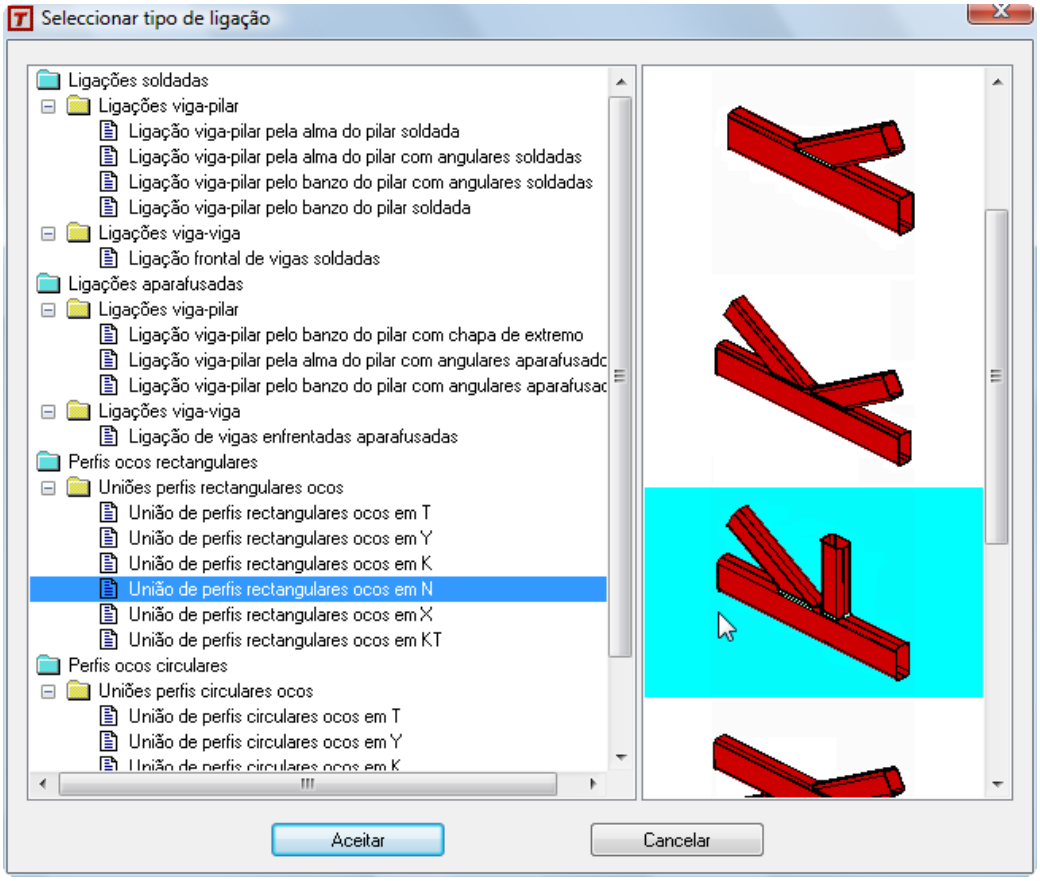


Na última linha da etiqueta emergente descreve-se o modelo ou modelos de ligação atribuído (s) ao nó.

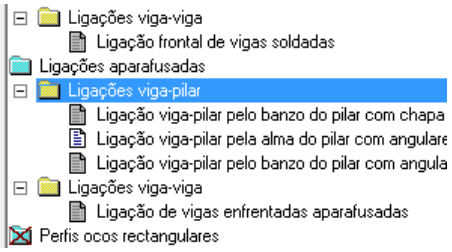
Ligações possíveis para um determinado nó

Selecciona-se a função **Geometria>Ligações (Aço)>Definir modelos**. Depois selecciona-se com o rato as duas barras da estrutura que acometem nesse mesmo nó, com a finalidade de criar uma ligação no nó comum a elas.

Após este primeiro passo, aparecerá a caixa de diálogo **Seleccionar tipo de ligação** que exibirá os tipos de ligações que se podem utilizar no programa para as barras seleccionadas, através da seguinte caixa de diálogo:


Seleccionar tipo de ligação
Ligações soldadas
Ligações viga-pilar
Ligação viga-pilar pela alma do pilar soldada
Ligação viga-pilar pela alma do pilar com angulares soldadas
Ligação viga-pilar pelo banzo do pilar com angulares soldadas
Ligação viga-pilar pelo banzo do pilar soldada
Ligações viga-viga
Ligação frontal de vigas soldadas
Ligações aparafusadas
Ligações viga-pilar
Ligação viga-pilar pelo banzo do pilar com chapa de extremo
Ligação viga-pilar pela alma do pilar com angulares aparafusadc
Ligação viga-pilar pelo banzo do pilar com angulares aparafusac
Ligações viga-viga
Ligação de vigas enfrentadas aparafusadas
Perfis ocos rectangulares
Uniões perfis rectangulares ocos
União de perfis rectangulares ocos em T
União de perfis rectangulares ocos em Y
União de perfis rectangulares ocos em K
União de perfis rectangulares ocos em N
União de perfis rectangulares ocos em X
União de perfis rectangulares ocos em KT
Perfis ocos circulares
Uniões perfis circulares ocos
União de perfis circulares ocos em T
União de perfis circulares ocos em Y
Aceitar
Cancelar

O critério de representação de cada tipo de ligação é o seguinte:


Ligações viga-viga
Ligação frontal de vigas soldadas
Ligações aparafusadas
Ligações viga-pilar
Ligação viga-pilar pelo banzo do pilar com chapa
Ligação viga-pilar pela alma do pilar com angulare
Ligação viga-pilar pelo banzo do pilar com angula
Ligações viga-viga
Ligação de vigas enfrentadas aparafusadas
Perfis ocos rectangulares

Os tipos de ligação que aparecem sem um **x** e de cor branca são os tipos possíveis de seleccionar, em função das barras seleccionadas. Por exemplo, caso se tenha seleccionado uma viga e um pilar, o programa detecta se a ligação é pela alma ou pelo banzo, indicando-nos os tipos de ligações soldadas e aparafusadas disponíveis para utilizar neste caso.

Os tipos de ligação assinalados não estão disponíveis para o utilizador por não dispor da configuração adequada do ***T-Connect***. Ver capítulo *Modulação do produto: tipos de ligações*. Por exemplo, os utilizadores que não adquiram algum dos módulos do ***T-Connect***, verão representadas com este ícone todas as ligações associadas a esse módulo.

Os tipos que aparecem em cor cinza estão disponíveis na configuração do ***T-Connect*** porém não são viáveis para unir as barras que tenham seleccionado, por motivo de restrições geométricas. Ver o capítulo *Condições que devem de cumprir os perfis*. Por exemplo, caso se queira definir um modelo de ligação entre viga e pilar pelo banzo do pilar, aparecerão em cinza as ligações de vigas com pilares pela alma; caso se seleccionem 2 vigas, aparecerão a cinza as ligações viga-pilar.

Seleccionando um dos tipos de ligação possíveis, pressiona-se o botão **Aceitar** e acede-se ao assistente específico deste tipo de ligação. As diferentes opções de cada assistente explicam-se mais adiante no capítulo *Assistente de definição de modelos.*

Ligações disponíveis

Caso se acede à função **Geometria>Ligações (Aço)>Definir modelos** e não se seleccione nenhuma barra, inicia-se o processo de criação de um modelo sem estar atribuído a nenhum nó. Este procedimento permite desenhar um modelo de ligação que mais tarde se poderá utilizar para atribuir a um nó concreto da estrutura, sempre e quando se cumpra com determinados requisitos geométricos exigidos para esse tipo de ligação: tamanho de perfis, ângulo entre barras...

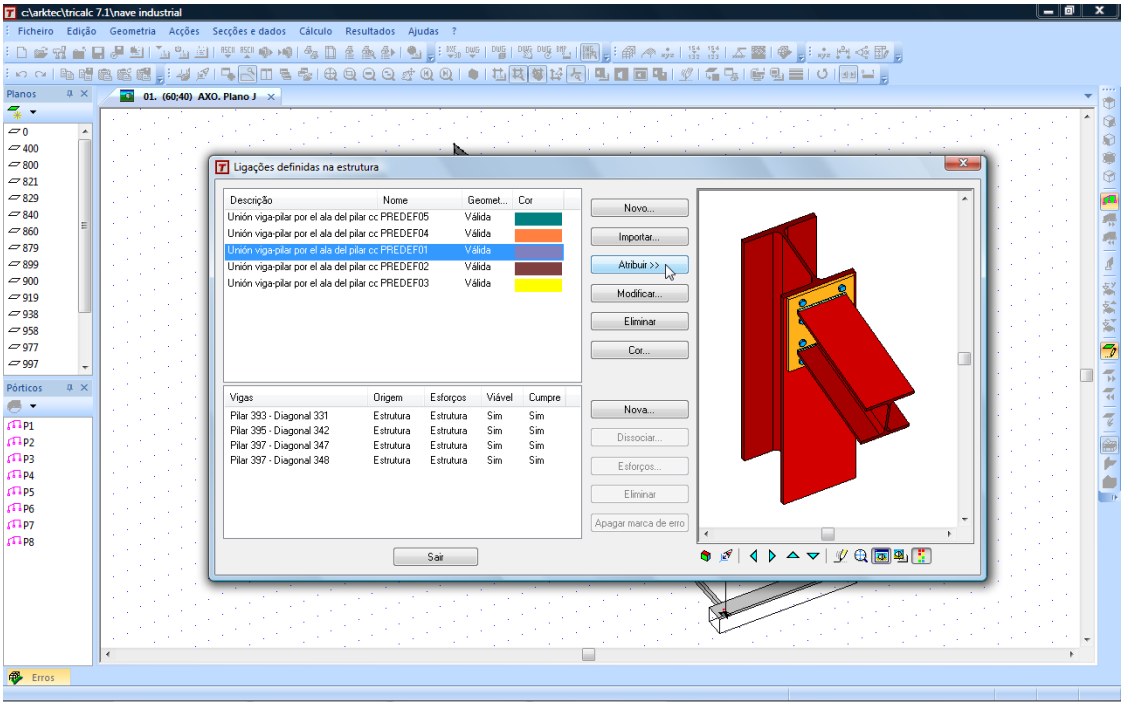
Ao mostrar-se a caixa **Seleccionar tipo de ligação** aparecem todos os tipos de ligação disponíveis na configuração do ***T-Connect,*** não se descartando nenhum tipo (cor cinza), uma vez que não se seleccionaram barras.

Seleccionando um dos tipos de ligação possíveis, pressiona-se **Aceitar** e acede-se ao assistente específico para este tipo de ligação. As diferentes opções de cada assistente explicam-se mais adiante no capítulo *Assistente de definição de modelos.*

Cálculo de ligações sem estrutura

Caso não se disponha da estrutura ou somente se queira proceder ao cálculo de ligações, deve-se de proceder à criação de um novo projecto. Posteriormente, seleccionar a função do menu **Geometria>Ligações (Aço)>Atribuir/modificar**. Na configuração independente do ***T-Connect*** esta função é chamada de forma automática na criação de um novo projecto ou ao abrir projectos sem estrutura definida.

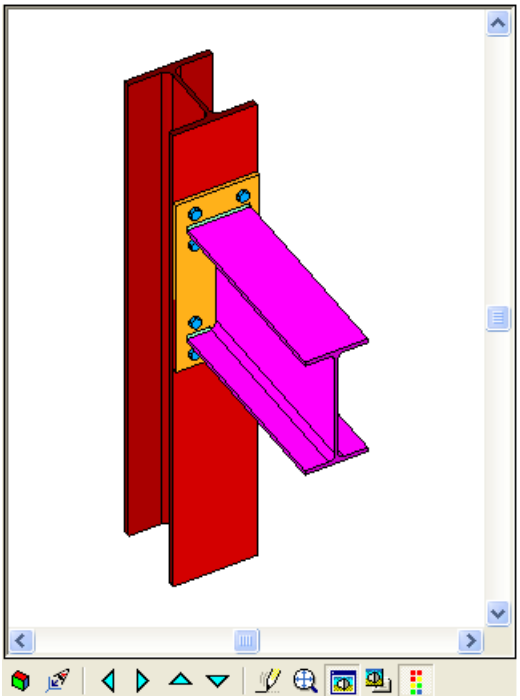
Nesta função exibe-se a caixa de diálogo das **Ligações definidas na estrutura**:


c:\arktec\tricalc 7.1\nave industrial
Ficheiro Edição Geometria Acções Secções e dados Cálculo Resultados Ajudas ?
Planos
Pórticos
Erros
Ligações definidas na estrutura
Descrição Nome Geomet... Cor
Unión viga-pilar por el ala del pilar cc PREDEF05 Válida
Unión viga-pilar por el ala del pilar cc PREDEF04 Válida
Unión viga-pilar por el ala del pilar cc PREDEF01 Válida
Unión viga-pilar por el ala del pilar cc PREDEF02 Válida
Unión viga-pilar por el ala del pilar cc PREDEF03 Válida
Novo...
Importar...
Atribuir >>
Modificar...
Eliminar
Cor...
Vigas Origem Esforços Viável Cumpre
Pilar 393 - Diagonal 331 Estrutura Estrutura Sim Sim
Pilar 395 - Diagonal 342 Estrutura Estrutura Sim Sim
Pilar 397 - Diagonal 347 Estrutura Estrutura Sim Sim
Pilar 397 - Diagonal 348 Estrutura Estrutura Sim Sim
Nova...
Dissociar...
Esforços...
Eliminar
Apagar marca de erro
Sair

Esta caixa permanece sempre no ecrã e nela vamos adicionando todas as ligações definidas na estrutura até ao momento. No caso de um projecto novo, como é o caso que se está a contemplar, as listas aparecerão vazias, como na figura. A partir desta caixa de diálogo (que se explicará no capítulo *Atribuir ou modificar uma ligação*):

Assistentes de definição de modelos

Uma vez seleccionado o modelo de ligação que se vai desenhar, acede-se ao assistente deste modelo pressionando o botão **Aceitar** na caixa de diálogo **Seleccionar tipo de ligação**. Cada assistente é composto por várias caixas de diálogo, que se podem percorrer de forma sequencial pressionando o botão **Seguinte/Atrás**, ou então indo directamente para a caixa de diálogo pretendida pressionando no botão de acesso directo situado na parte superior de cada caixa de diálogo. Cada vez que se muda de caixa de diálogo informa-se sobre a existência de erros geométricos nos dados definidos. Em todas as caixas do assistente representa-se uma imagem em 3D do aspecto que vai tomando a ligação no processo de desenho:



Os controlos que afectam o conteúdo da imagem 3D são:

- Vista por defeito, isometria de ângulos, azimute e elevação 60º e 40º
- Vistas, caixa de diálogo de opções gerais
- Movimentos do ponto de vista. Também se pode modificar o ponto de vista através da sequência de teclas CTRL+roda do rato ou SHIFT+roda do rato. Ver utilização da roda do rato no manual de instruções do ***Tricalc***.
- Redesenhar a janela gráfica
- Autocentrado
- Janela de render, permite trabalhar em modo sólido
- Definição de opções de render que afectam a visualização neste modo
- Desenhar escala de aproveitamento (só com efeito na caixa de diálogo **Identificação, Resultados e Exportação**).

Através da utilização da roda do rato é possível fazer zoom +- da vista em 3D.

Caixas de diálogo comuns aos assistentes

Cada assistente é composto por várias caixas de diálogo nas quais se vão introduzindo os dados necessários para a configuração de cada tipo de ligação. Indicam-se alguns valores pré-definidos dependendo dos perfis a unir e do tipo de ligação seleccionado (ver *Valores pré-definidos*). Existem três caixas de diálogo que são comuns a todos os assistentes e outras que são específicas para cada tipo de ligação.

Cada assistente identifica o tipo de ligação que permite desenhar através de um símbolo da ligação no seu canto superior direito:

As caixas de diálogo cujo conteúdo é constante, não dependendo do tipo de ligação a desenhar são:

- Esforços e perfis (entre o *T-Connect 1 e 2* e entre o *T-Connect 3 e 4*)
- Soldaduras
- Identificação, Resultados e Exportação

Esforços e Perfis

Nesta caixa de diálogo introduzem-se os perfis que se vão utilizar neste modelo. O botão **Procurar...** permite aceder à base de dados de gerais do ***Tricalc***. Estes botões estão activos sempre que se aceda ao assistente sem ter seleccionado barras na estrutura, ou seja, que a ligação que se venha a realizar seja explícita. Caso se tenham seleccionado barras na estrutura, não se permitirá a definição de perfis nem de ângulos formados pelas barras.

Através da opção **Obter os esforços a partir do cálculo da estrutura** indica-se se pretendemos que os esforços a utilizar no cálculo da ligação provenham das barras e do cálculo da estrutura, ou se serão esforços que se introduzirão de forma explícita. Neste segundo caso surgirá uma tabela na qual se pode ver:

- Combinação para o Estado Limite Último (ELU) ou Estado Limite de Serviço (ELS): se o campo estiver assinalado, a combinação é do tipo Estado Limite Último (ELU).
- Número de combinação, atribuído de forma sequencial. Não modificável.
- Denominação das barras que se unem. Não modificável.
- Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz, consoante o critério de sinais que se observe no ecrã à medida que se pressiona (ver capítulo *Critério de sinais*). Caso alguns dos campos estejam desactivados é porque na ligação sobre a qual se está a trabalhar os seus valores procedem da estrutura e não de esforços introduzidos explicitamente.

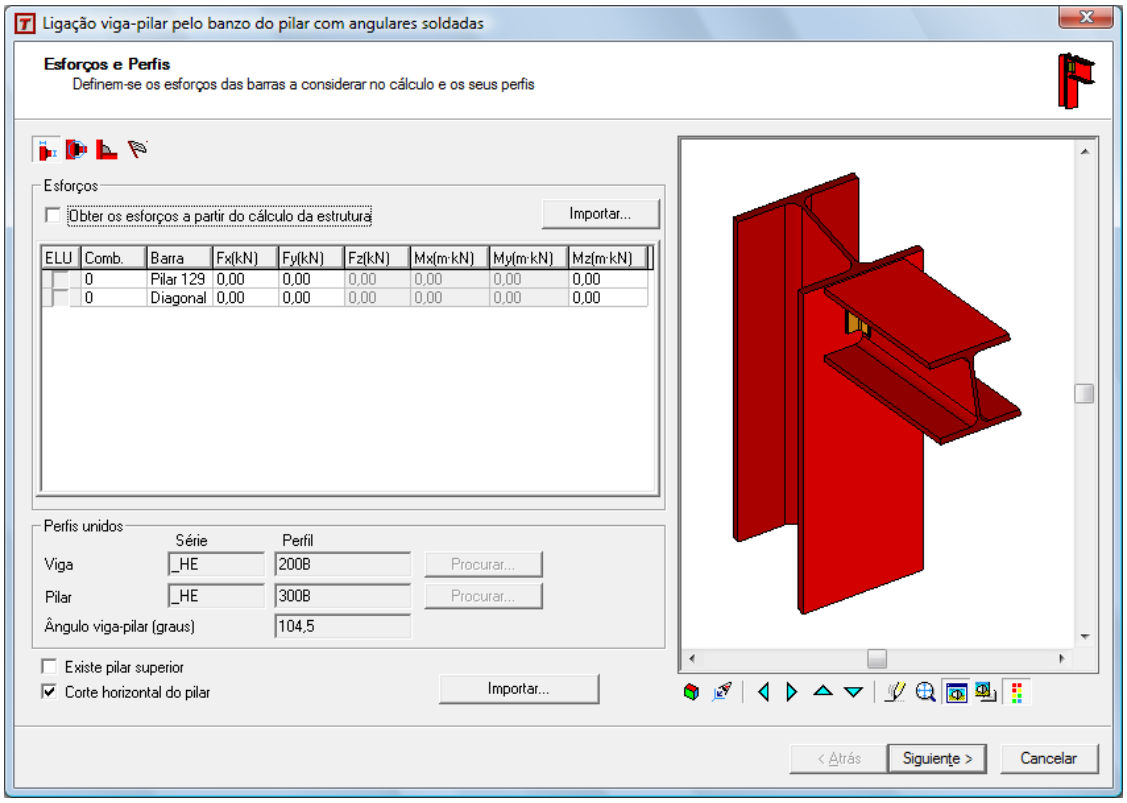

Ligação viga-pilar pelo banzo do pilar com angulares soldadas
Esforços e Perfis
Definem-se os esforços das barras a considerar no cálculo e os seus perfis
Esforços
Obter os esforços a partir do cálculo da estrutura
Importar...
ELU Comb. Barra Fx(kN) Fy(kN) Fz(kN) Mx(m·kN) My(m·kN) Mz(m·kN)
0 Pilar 129 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00
0 Diagonal 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00
Perfis unidos
Série
Perfil
Viga _HE 200B Procurar...
Pilar _HE 300B Procurar...
Ângulo viga-pilar (graus) 104,5
Existe pilar superior
Corte horizontal do pilar
Importar...
< Atrás
Siguiente >
Cancelar

Figura: Imagem do assistente da ligação viga-pilar

Nesta tabela podem-se ir adicionando novas linhas, para introduzir novas combinações de esforços a considerar na comprovação da ligação. Para cada combinação adicionam-se tantas linhas como barras existentes na ligação. Podem-se reordenar as linhas da coluna que se pretender, pressionando simplesmente na que queremos ordenar. Caso a ligação a realizar seja do tipo **viga-pilar**, aparecerão outros dois campos que se podem seleccionar:

Existe pilar superior	Indica ao programa se acima da ligação existe continuidade do pilar.
Corte horizontal do pilar	Indica para os casos nos quais a viga que chega forma um determinado ângulo com a horizontal, a opção de poder cortar a secção do pilar horizontalmente ou no prolongamento da viga e de acordo com a sua directriz.

Existe também o botão **Importar**…, que permite importar modelos de ligações já realizados a partir de bases de modelos genéricas, de outras estruturas ou da base geral. Ver capítulo seguinte *Importação de modelos existentes.*

Caso se modifiquem os perfis ou ângulo formado entre as barras, ao sair desta caixa de diálogo pergunta-se se pretende reajustar as dimensões dos restantes elementos da ligação (ver *Reajuste de valores*).

Caso a ligação seja do tipo **viga-viga** existem certas variações relativamente ao já exposto:

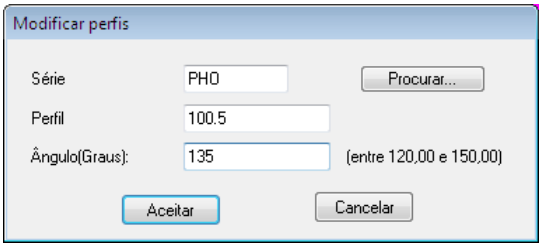
- Os campos **Existe pilar superior** e **Corte horizontal do pilar** não existem.
- Só se introduz um perfil, de forma a exigir que todos os perfis sejam iguais.

- Existe um novo campo: **Ângulo com a horizontal**. Este ângulo é formado pela primeira das barras com a traça horizontal do plano que contém as duas barras. Pressionando no campo do ângulo aparece a cotagem do valor. Só é necessário defini-lo quando a ligação que se está a realizar for explícita, uma vez que quando existem duas barras, este valor preenche-se de forma automática.
- O ângulo entre barras mede-se a partir do ângulo anterior e no mesmo sentido até à segunda barra.

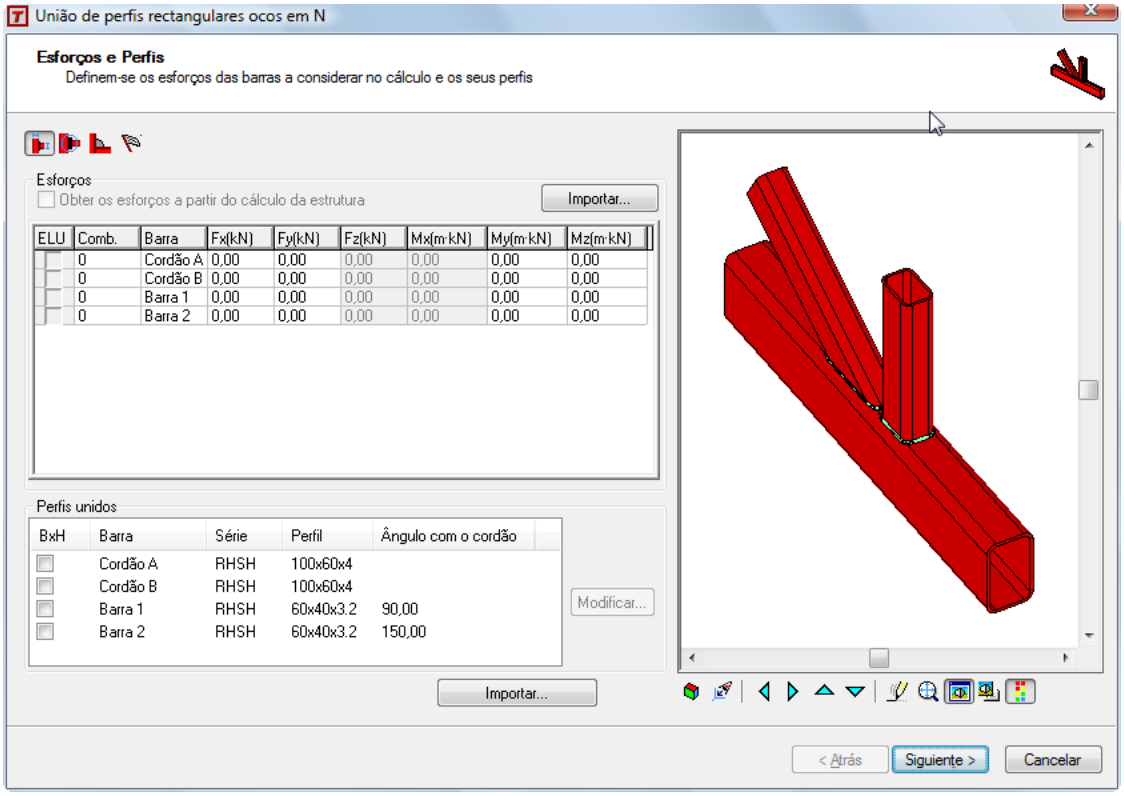
Nos módulos *T-Connect 3 e 4* aparece neste menu uma diferente configuração de perfis unidos que será alternativo, onde se pode seleccionar a série, o perfil e o ângulo com o cordão de cada uma das barras que compõem a ligação. Os perfis ocos rectangulares terão como característica a qualidade de poder alterar a largura e altura de cada uma das barras na função BxH. Ao modificar tanto a altura como a largura do cordão A ou B, altera consequentemente o outro cordão, marcando os dois cordões nas check- box ao assinalar um deles.

Ao modificar o ângulo de uma barra de travamento, o assistente de ligações apresenta o limite de valores permitidos pela norma, que indica:

- Qualquer barra de travamento deve formar, com o resto de barras de travamento e com o cordão, um ângulo superior a 30°.
- Em ligações em K, as barras de travamento devem estar cada uma em lados opostos de um plano perpendicular ao cordão.

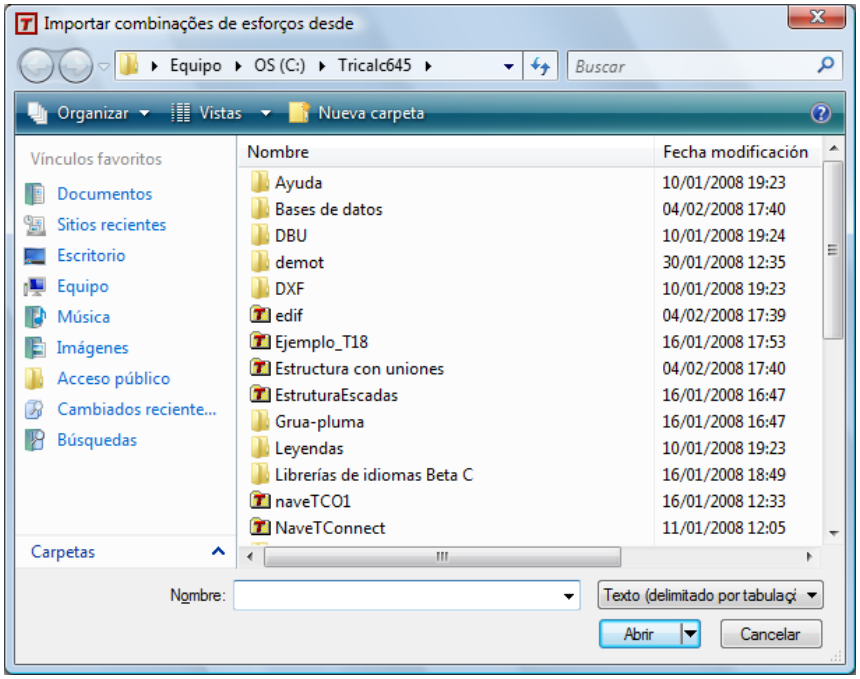


O ângulo do cordão formado com a barra de reforço com o cordão A.


União de perfis rectangulares ocos em N
Esforços e Perfis
Definem-se os esforços das barras a considerar no cálculo e os seus perfis
Esforços
Obter os esforços a partir do cálculo da estrutura
Importar...
ELU Comb. Barra Fx(kN) Fy(kN) Fz(kN) Mx(m·kN) My(m·kN) Mz(m·kN)
0 Cordão A 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00
0 Cordão B 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00
0 Barra 1 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00
0 Barra 2 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00
Perfis unidos
BxH Barra Série Perfil Ângulo com o cordão
Cordão A RHSH 100x60x4
Cordão B RHSH 100x60x4
Barra 1 RHSH 60x40x3.2 90,00
Barra 2 RHSH 60x40x3.2 150,00
Modificar...
Importar...
< Atrás
Siguiente >
Cancelar

Importação de Combinações a partir de ficheiros

É possível utilizar o botão **Importar** desta caixa para recuperar as combinações de esforços a partir de um ficheiro de texto no formato delimitado TXT ou CSV. Desta forma podem-se definir os esforços a utilizar nas ligações no *Ms-Excel* ou com algum pré-processador e incorporá-las automaticamente no cálculo.



A descrição do formato é a seguinte:

- Cada linha do ficheiro corresponde a uma combinação de esforços.
- O separador de campos pode ser o tabulador ou o separador de listas definido no Windows (';' por pré-definição em Portugal).
- O separador decimal é o indicado no Windows
- O primeiro campo **Estado**, indica se é ELU (valor **1**) ou ELS (valor **0**).
- As unidades dos esforços devem ser as indicadas em ***Tricalc***.
- SI → kN e kN·m
- MKS → t e t·m

A ordem dos campos é a seguinte:

Estado	Fxa	Fya	Fza	Mxa	Mya	Mza	Fxb	Fyb	Fzb	Mxb	Myb	Mzb
Estado	Fx'a	Fy'a	Fz'a	Mx'a	My'a	Mz'a	Fx'b	Fy'b	Fz'b	Mx'b	My'b	Mz'b
Estado	Fx''a	Fy''a	Fz''a	Mx''a	My''a	Mz''a	Fx''b	Fy''b	Fz''b	Mx''b	My''b	Mz''b

…

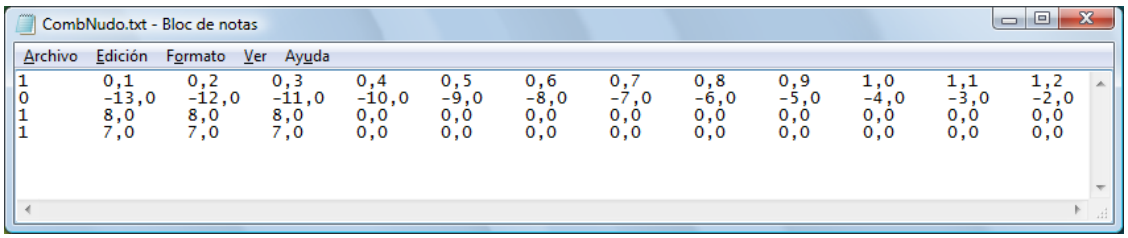
Onde *a* e *b* são as 2 barras da estrutura cuja ligação se quer calcular.

Fx, Fx', Fx'' … são os esforços em cada uma das combinações.

Por exemplo, as seguintes combinações foram importadas a partir do ficheiro **COMBNUDO.TXT** existente como exemplo na pasta do programa:

ELU	Comb.	Barra	Fx(T)	Fy(T)	Fz(T)	Mx(m·T)	My(m·T)	Mz(m·T)
✕	0	Pilar 5	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60
✕	0	Diagonal	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20
	1	Pilar 5	-13,00	-12,00	-11,00	-10,00	-9,00	-8,00
	1	Diagonal	-7,00	-6,00	-5,00	-4,00	-3,00	-2,00
✕	2	Pilar 5	8,00	8,00	8,00	0,00	0,00	0,00
✕	2	Diagonal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
✕	3	Pilar 5	7,00	7,00	7,00	0,00	0,00	0,00
✕	3	Diagonal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

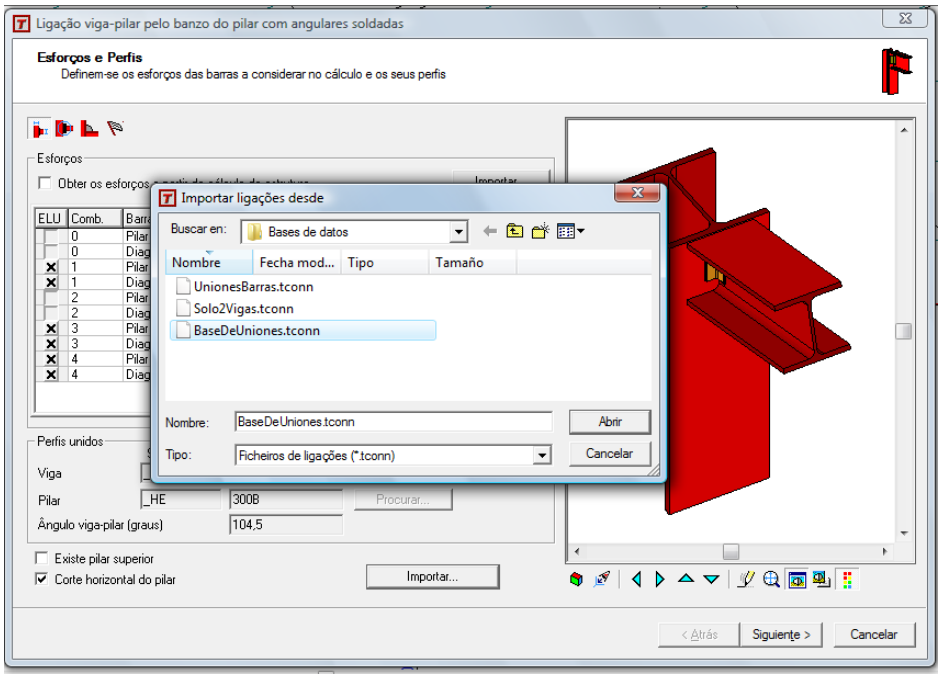
O conteúdo do ficheiro **COMBNUDO.TXT** é o seguinte:



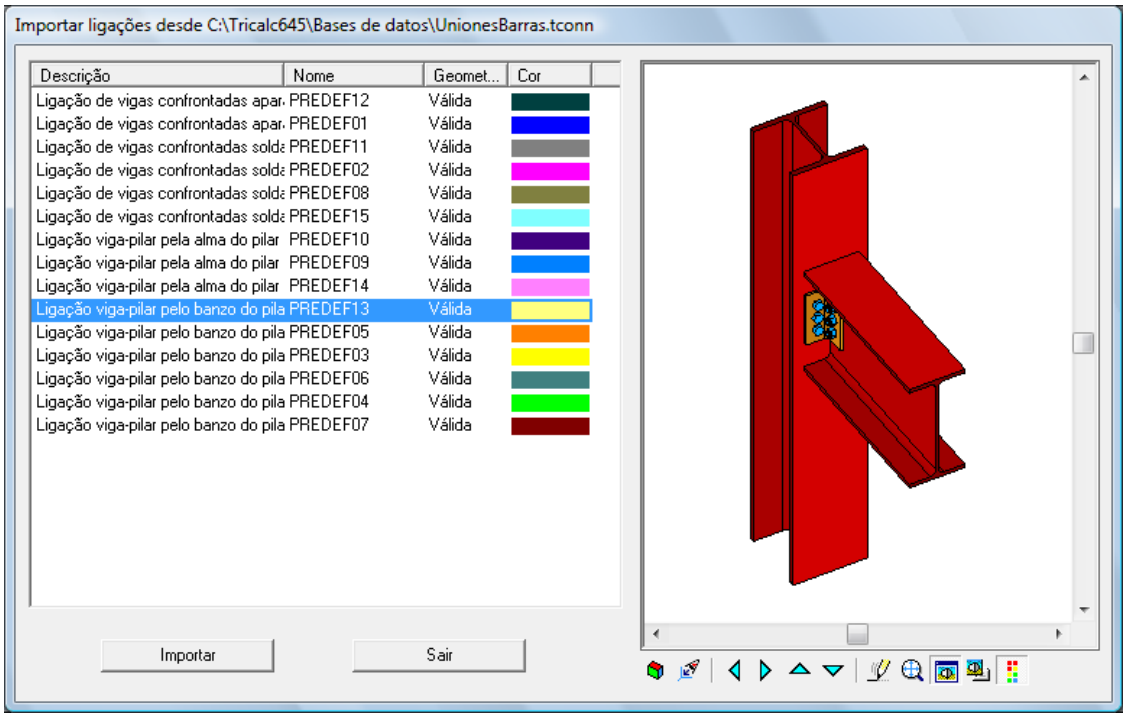
Importação de modelos existentes

Se decidimos definir um novo modelo é possível que se queira aproveitar algum modelo criado anteriormente noutra estrutura. Também se podem importar modelos da base de modelos genéricos, ou de base de modelos criadas pelo utilizador. Ver capítulo *Organização da informação em* ***T-Connect***.

Dentro do assistente de cada tipo de ligação, na primeira caixa de diálogo **Esforços e Perfis** podem-se importar modelos anteriormente realizados pressionando o botão **Importar …**, que tem a mesma funcionalidade que o botão **Importar…** na caixa da função **Geometria>Ligações (Aço)>Atribuir/modificar**.



Os ficheiros das bases de modelos de ligações têm a extensão ***.TCONN**. Abrindo um ficheiro **TCONN** aparece uma caixa de diálogo que exibe a lista de modelos incluídos no ficheiro do mesmo tipo de ligação da que se está desenhando. Por exemplo, se estamos a desenhar um modelo de **Ligação viga-pilar pelo banzo do pilar com chapa,** só se mostrarão as ligações deste tipo existente na base de modelos seleccionada.


Importar ligações desde C:\Tricalc645\Bases de datos\UnionesBarras.tconn
Descrição
Nome
Geomet...
Cor
Ligação de vigas confrontadas apar. PREDEF12 Válida
Ligação de vigas confrontadas apar. PREDEF01 Válida
Ligação de vigas confrontadas solda PREDEF11 Válida
Ligação de vigas confrontadas solda PREDEF02 Válida
Ligação de vigas confrontadas solda PREDEF08 Válida
Ligação de vigas confrontadas solda PREDEF15 Válida
Ligação viga-pilar pela alma do pilar PREDEF10 Válida
Ligação viga-pilar pela alma do pilar PREDEF09 Válida
Ligação viga-pilar pela alma do pilar PREDEF14 Válida
Ligação viga-pilar pelo banzo do pila PREDEF13 Válida
Ligação viga-pilar pelo banzo do pila PREDEF05 Válida
Ligação viga-pilar pelo banzo do pila PREDEF03 Válida
Ligação viga-pilar pelo banzo do pila PREDEF06 Válida
Ligação viga-pilar pelo banzo do pila PREDEF04 Válida
Ligação viga-pilar pelo banzo do pila PREDEF07 Válida
Importar
Sair

Seleccionando o modelo de ligação e pressionando o botão **Importar**, regressa-se à caixa de diálogo **Esforços e perfis**, e todas as opções definidas no assistente para este tipo de ligação são inicializadas com os valores recuperados do modelo: número de parafusos, existência de cartelas, gargantas de soldaduras…

Caso os perfis utilizados na ligação importada sejam diferentes dos das barras onde se quer definir a ligação ou o ângulo formado pelas barras da ligação é diferente da ligação importada, o programa pergunta acerca da possibilidade de reajustar os parâmetros da ligação (ver capítulo *Reajuste de parâmetros*). Este reajuste realiza-se com base nos novos tamanhos dos perfis do nó e do novo ângulo formado pelas barras. É um ajuste geométrico. Poder-se-á dar o caso desse ajuste provocar erros na hora de comprovar a resistência da ligação. Nesse caso, deverá ajustar-se manualmente os parâmetros necessários para o cumprimento das comprovações regulamentares.

Ver o capítulo *Reajuste de valores* onde se incluem todos os ajustes que se realizam.

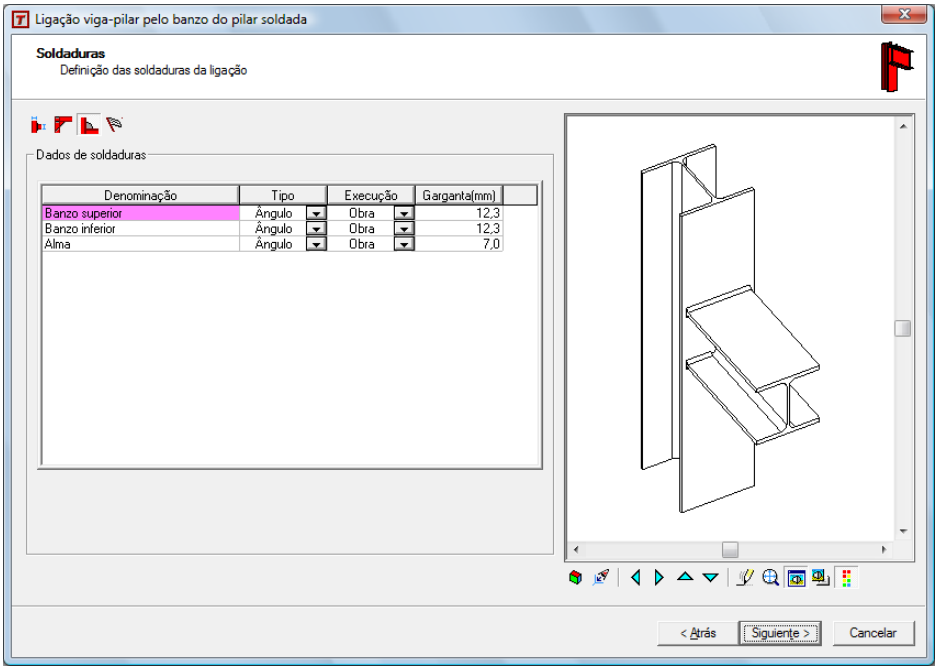
Como se comentou no princípio deste capítulo, também podem-se importar modelos existentes a partir da função **Geometria>Ligações(Aço)>Atribuir/modificar**, pressionando no botão **Importar....** Neste caso, o modelo importado adiciona-se à lista superior da caixa de diálogo. A partir desse momento o modelo importado pertence a este projecto, e poder-se-á modificar ou atribuir a barras e nós da estrutura.

Soldaduras

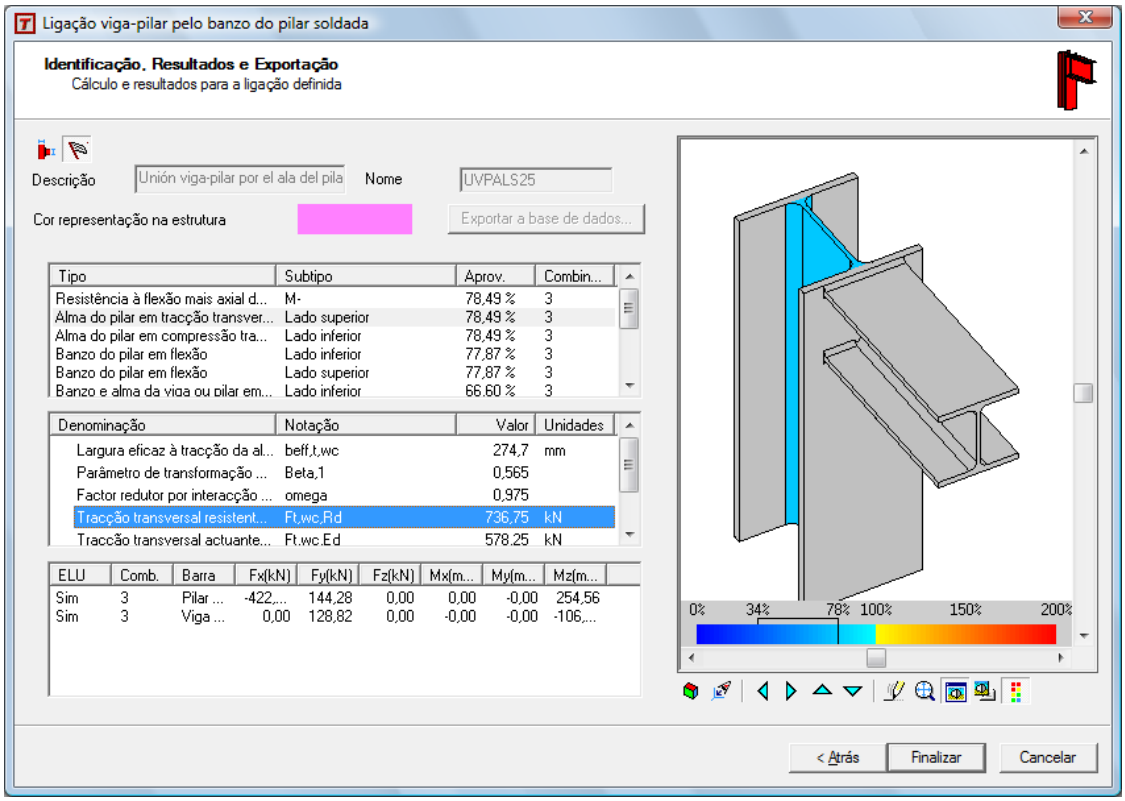
Esta caixa de diálogo informa acerca de todas as possíveis soldaduras do modelo de ligação. Como se vê na figura, a tabela contém a seguinte informação:

Denominação	Banzo superior, banzo inferior… Não é editável.
Tipo	Permitem-se soldaduras de penetração completa (**Penetração**), em ângulo (**Ângulo**) ou uma combinação de ambas (**Variável**).
Execução	Pode ser realizada em oficina ou em obra.
Garganta	Define a espessura da garganta da soldadura e só está activa quando a soldadura é em ângulo. Tem de ter um valor mínimo de 3mm.

No caso da ligação do tipo **viga-pilar pela alma do pilar soldada**, existe um dado adicional nesta caixa de diálogo: **Altura útil da alma da viga**, que se expressa em percentagem e que se refere à parte da alma da viga que se solda ao pilar.



Identificação e Resultados



Esta é a última caixa de diálogo antes de se finalizar o desenho da ligação. Aqui indicam-se os erros produzidos na comprovação da ligação, que se realiza sempre ao entrar nesta caixa. Nesta caixa de diálogo encontra-se a seguinte informação:

- **Descrição**: Conjunto de até 64 caracteres.
- **Nome**. Deve ser único. Se o nome estiver repetido obter-se-á a mensagem "Nome não válido". Tamanho máximo de oito caracteres.
- **Cor de representação da ligação na estrutura**.

É uma lista constituída por áreas, que se exibem na parte superior nos componentes que se tenham comprovado na ligação e que consta das seguintes colunas:

Tipo	Indica o componente a comprovar: placa, parafuso, banzo…
Subtipo	Identifica dentro do componente o elemento: fila3, lado superior…
Aproveitamento	Percentagem de aproveitamento péssimo do componente em questão.
Combinação	Indica o número da combinação na qual se obteve o aproveitamento.

Para ampliar a informação sobre a comprovação dos componentes, ver *Método dos componentes* no capítulo *Cálculo*.

Na parte central e para cada um dos tipos de comprovação, pormenoriza-se:

- O estado da comprovação:

  Indica que a comprovação é correcta

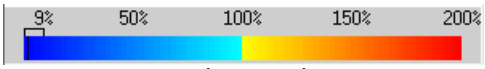
  A variável não cumpre

  Caso não se indique nada é porque que não é necessário informar por ser uma variável de entrada ou informativa.

- **Denominação**, indica a comprovação realizada nesse componente.
- **Notação**, descreve a comprovação de acordo com a notação do Eurocódigo 3 (EC-3).
- **Valor,** valor numérico da variável considerada.
- **Unidades**, de acordo com o sistema de unidades seleccionado na ficha **Vários** na caixa de diálogo do menu **Ficheiro>Preferências**.

Na parte inferior, para cada componente, inclui-se uma lista com as combinações de esforços que se mencionam nas componentes seleccionadas na lista de componentes.

A janela gráfica dispõe de uma escala de aproveitamento, que estará visível quando o botão **Desenhar escala de aproveitamento** estiver activado

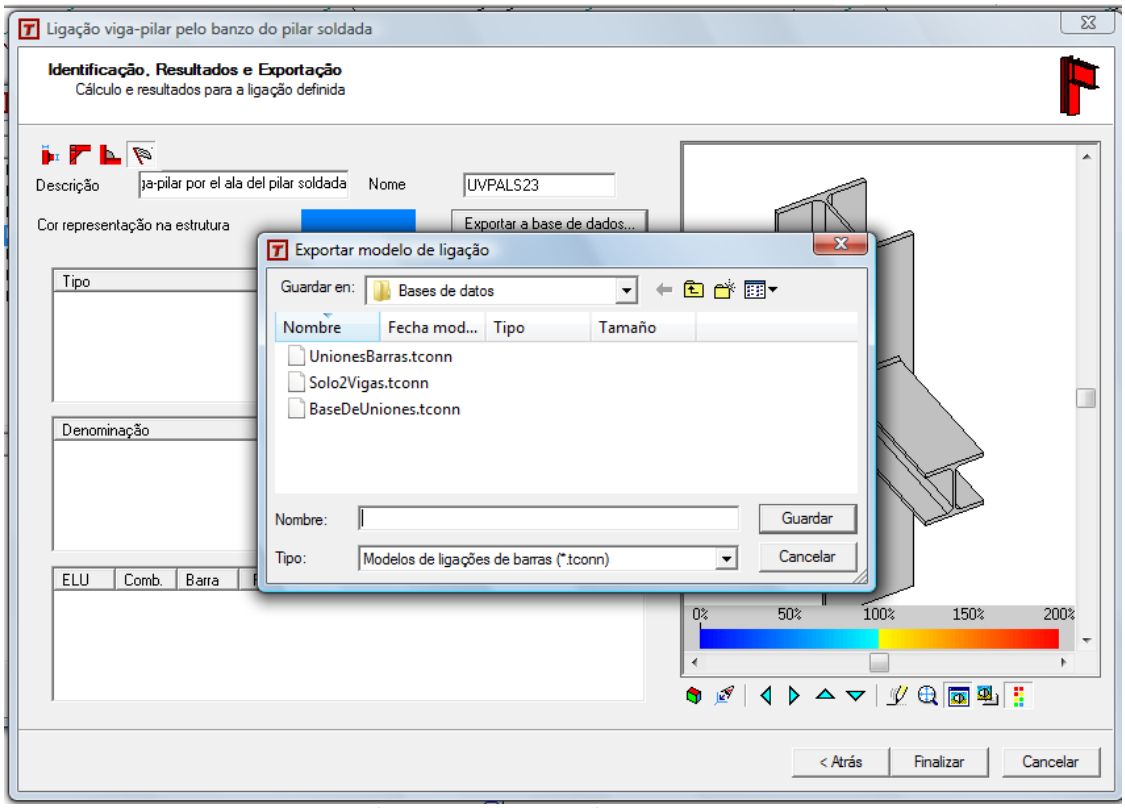


O rectângulo [] define os limites máximo e mínimo de aproveitamento da ligação

Este gráfico indica o grau mínimo e máximo de aproveitamento da ligação consoante as percentagens indicadas na lista de componentes. Quando se selecciona um determinado componente na primeira das listas, este aparece representado na vista 3D, adquirindo a cor que corresponda de acordo com a escala de aproveitamento obtida.

Exportação

A função **Exportar a base de dados** permite guardar o modelo numa base de dados para ser reutilizada posteriormente.



Exportar uma ligação a uma base de ligações particular, na imagem de nome *Solo2vigas*.

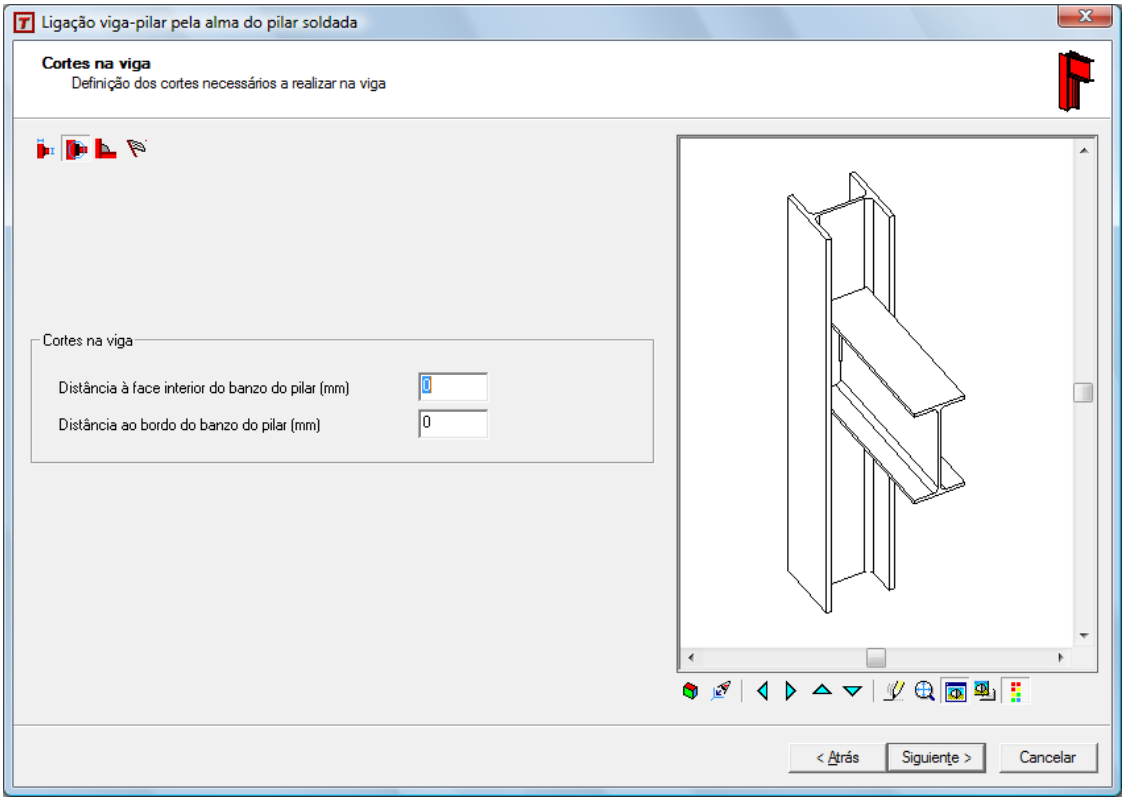
Seleccionando um ficheiro do tipo base de dados **(*.TCONN)**, guarda a ligação com a qual se está trabalhando nesse ficheiro.

Caixas de diálogo particulares para cada tipo

Além da informação comum a todos os tipos de ligação descrita no capítulo anterior, existem um conjunto de dados que são específicos de um determinado tipo. De seguida vamos analisar com pormenor as várias hipóteses.

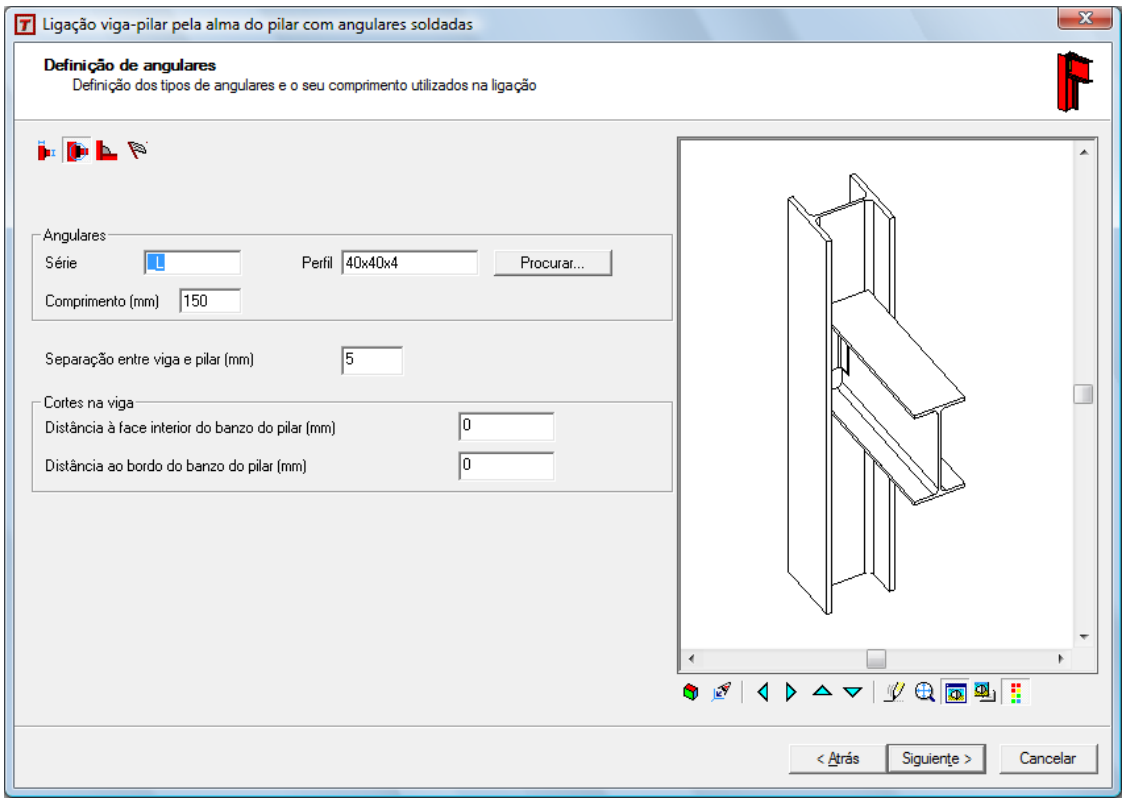
Ligação viga-pilar pela alma do pilar soldada

Existe um único assistente além dos descritos, para introduzir a geometria dos cortes na viga. Os cortes na viga são necessários para quando a largura dos banzos da viga for superior ao máximo, limitado pela altura da alma da pilar.


Ligação viga-pilar pela alma do pilar soldada
Cortes na viga
Definição dos cortes necessários a realizar na viga
Cortes na viga
Distância à face interior do banzo do pilar (mm)
0
Distância ao bordo do banzo do pilar (mm)
0
< Atrás
Siguiente >
Cancelar

Ligação viga-pilar pela alma do pilar com angulares soldadas

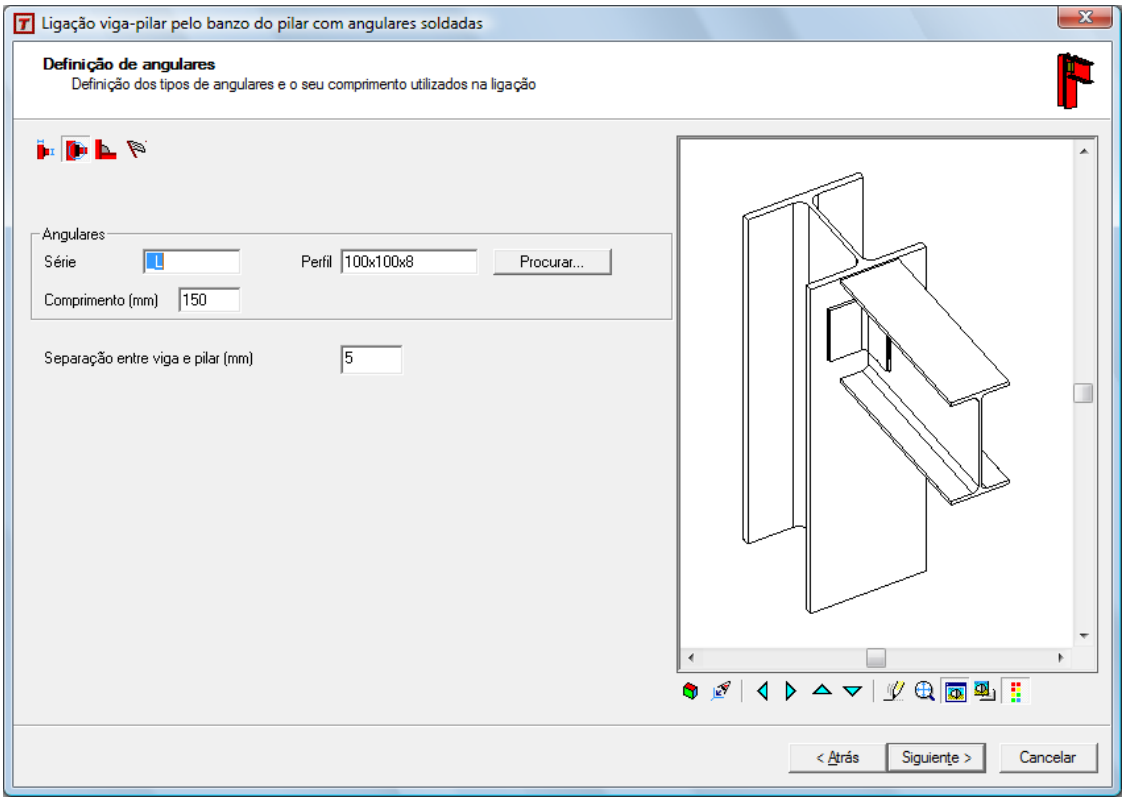
Exibe-se uma caixa de diálogo para introduzir o tipo de perfil das angulares e a longitude do perfil utilizado, na separação entre a viga e o pilar bem como a geometria dos cortes nos banzos da viga. Se a angular seleccionada tiver uma parte mais larga, esta será colocada na alma d viga.



Existe um botão **Procurar...** que nos permite aceder à base de dados de perfis. Só se permitirá a selecção de perfis em forma **L**.

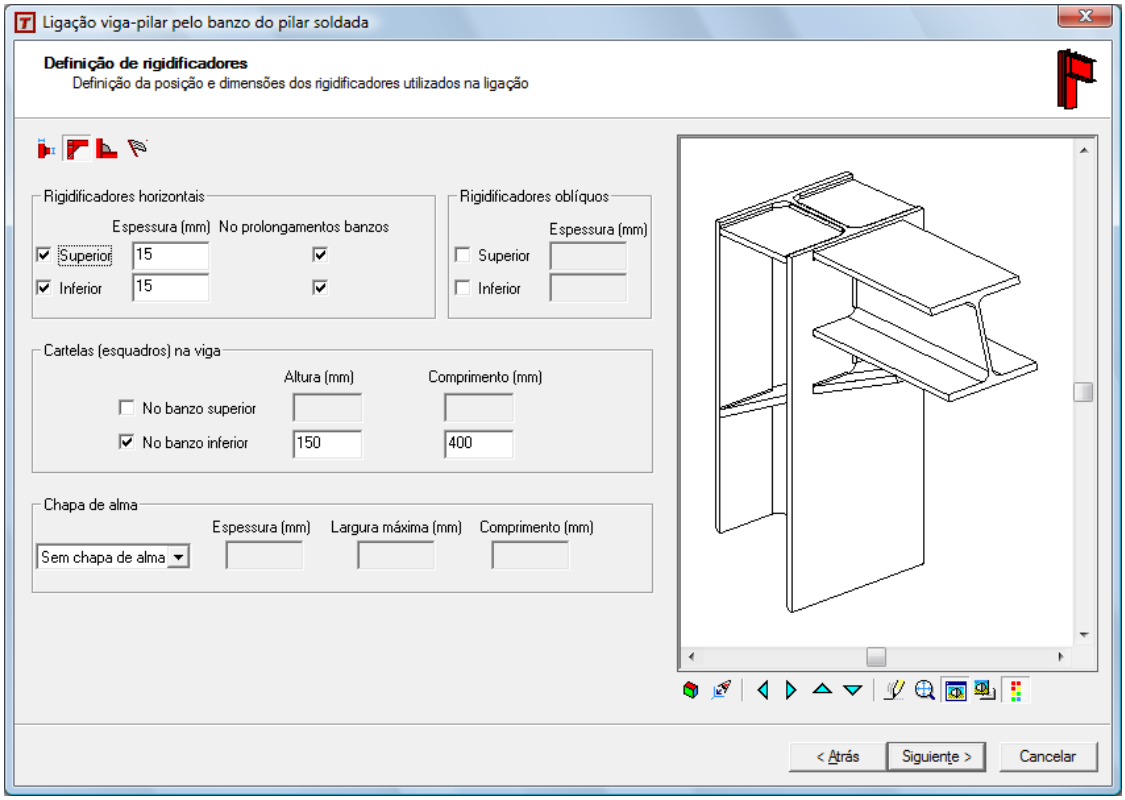
Ligação viga-pilar pelo banzo do pilar com angulares soldados

Seleccionam-se os angulares a utilizar e a separa entre a viga e o pilar.



Ligação viga-pilar pelo banzo do pilar soldada

Solicita-se informação acerca dos elementos de rigidificação da ligação: rigidificadores horizontais, rigidificadores oblíquos, cartelas na viga e chapas de reforço da alma.



Os campos dos valores das dimensões de um determinado elemento estão desactivadas a menos que se marque a existência desse elemento.

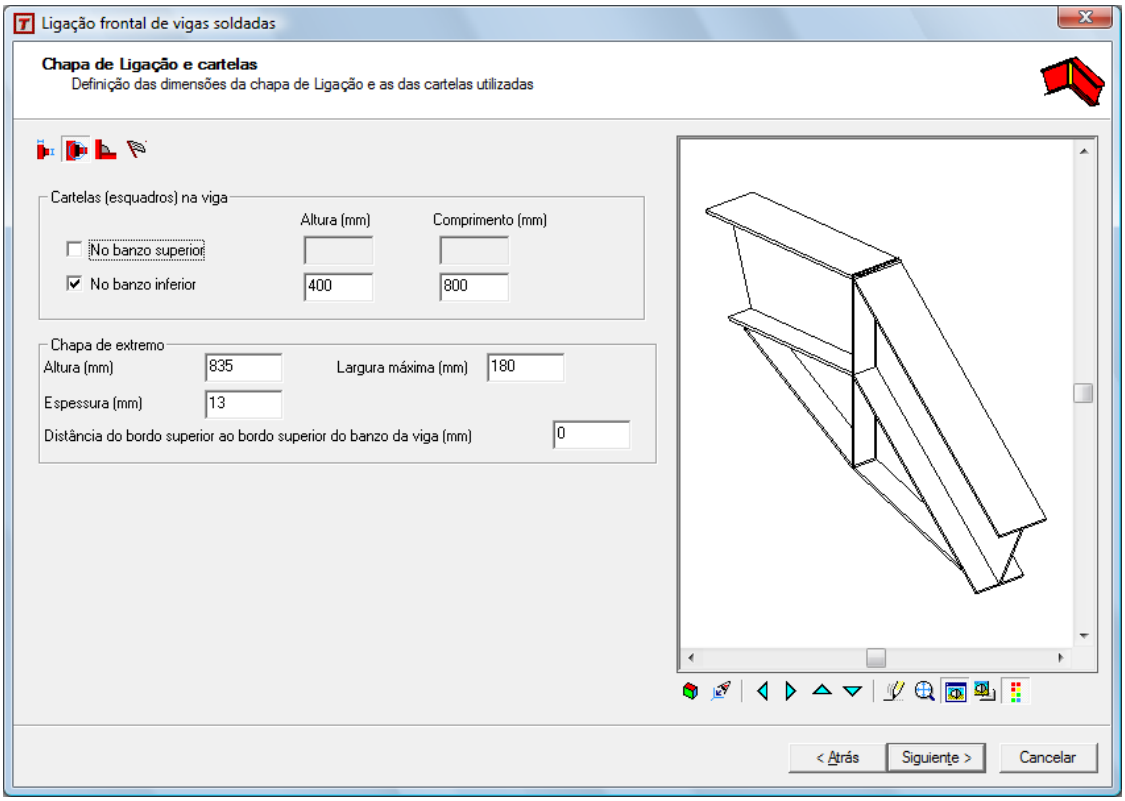
Os rigidificadores horizontais podem colocar-se no prolongamento dos banzos da viga através da activação do campo correspondente. Caso existam cartelas os rigidificadores são colocados na continuação dos banzos das cartelas. Podem-se colocar tanto rigidificadores oblíquos superiores como inferiores. No programa, entende-se por rigidificador obliquo superior/inferior aquele que nasce a partir do banzo superior/inferior da viga.

As chapas de reforço da alma podem-se colocar em um ou ambos os lados da alma do pilar. São incompatíveis com os rigidificadores horizontais e oblíquos. A *Largura* refere-se à dimensão transversal ao pilar e o *Comprimento* à dimensão que tem a direcção longitudinal do pilar.

As cartelas constroem-se a partir de um troço do perfil utilizado para a viga. Podem-se colocar tanto no banzo superior como no banzo inferior da viga. A dimensão *Altura* entende-se como medida ao longo do pilar e o *Comprimento* colocado ao longo da viga.

Ligação de vigas enfrentadas soldadas

Nesta caixa de diálogo introduzem-se os dados das dimensões da chapa de ligação entre as duas vigas e da colocação de cartelas.



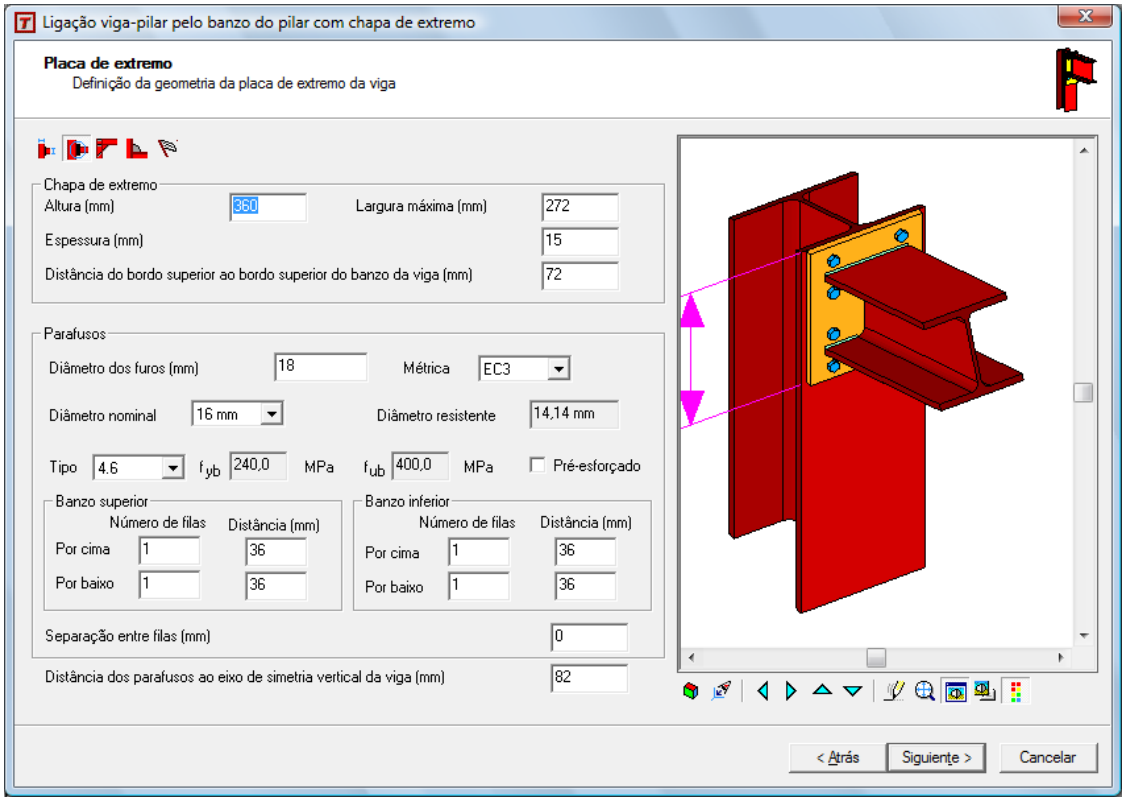
Da mesma forma que na caixa de diálogo anterior, as dimensões das cartelas só se podem modificar caso estejam activas. As dimensões da chapa de extremo têm de ser diferentes de zero, uma vez que é um elemento vital para a ligação.

Ligação viga-pilar pelo banzo do pilar com chapa de extremo

Neste tipo de ligação existem duas caixas de diálogo particulares, além das três comuns a todos os modelos de ligações:

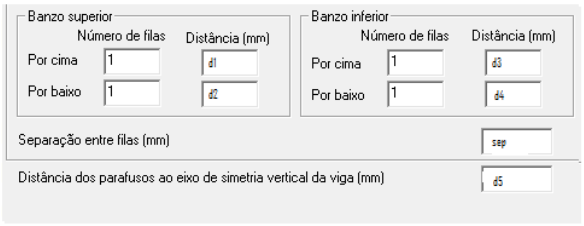
Placa de extremo

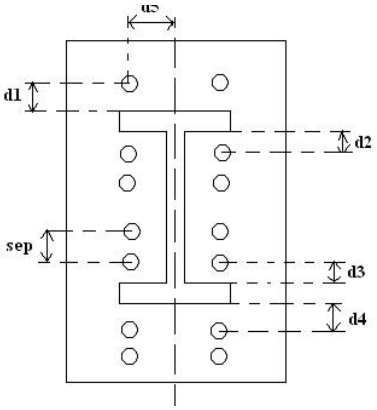
A caixa de diálogo completo tem o aspecto que se apresenta a seguir:


Ligação viga-pilar pelo banzo do pilar com chapa de extremo
Placa de extremo
Definição da geometria da placa de extremo da viga
Chapa de extremo
Altura (mm) 360
Largura máxima (mm) 272
Espessura (mm) 15
Distância do bordo superior ao bordo superior do banzo da viga (mm) 72
Parafusos
Diâmetro dos furos (mm) 18
Métrica EC3
Diâmetro nominal 16 mm
Diâmetro resistente 14,14 mm
Tipo 4.6
f yb 240,0 MPa
f ub 400,0 MPa
Pré-esforçado
Banzo superior
Número de filas
Distância (mm)
Por cima 1 36
Por baixo 1 36
Banzo inferior
Número de filas
Distância (mm)
Por cima 1 36
Por baixo 1 36
Separação entre filas (mm) 0
Distância dos parafusos ao eixo de simetria vertical da viga (mm) 82
< Atrás
Siguiente >
Cancelar

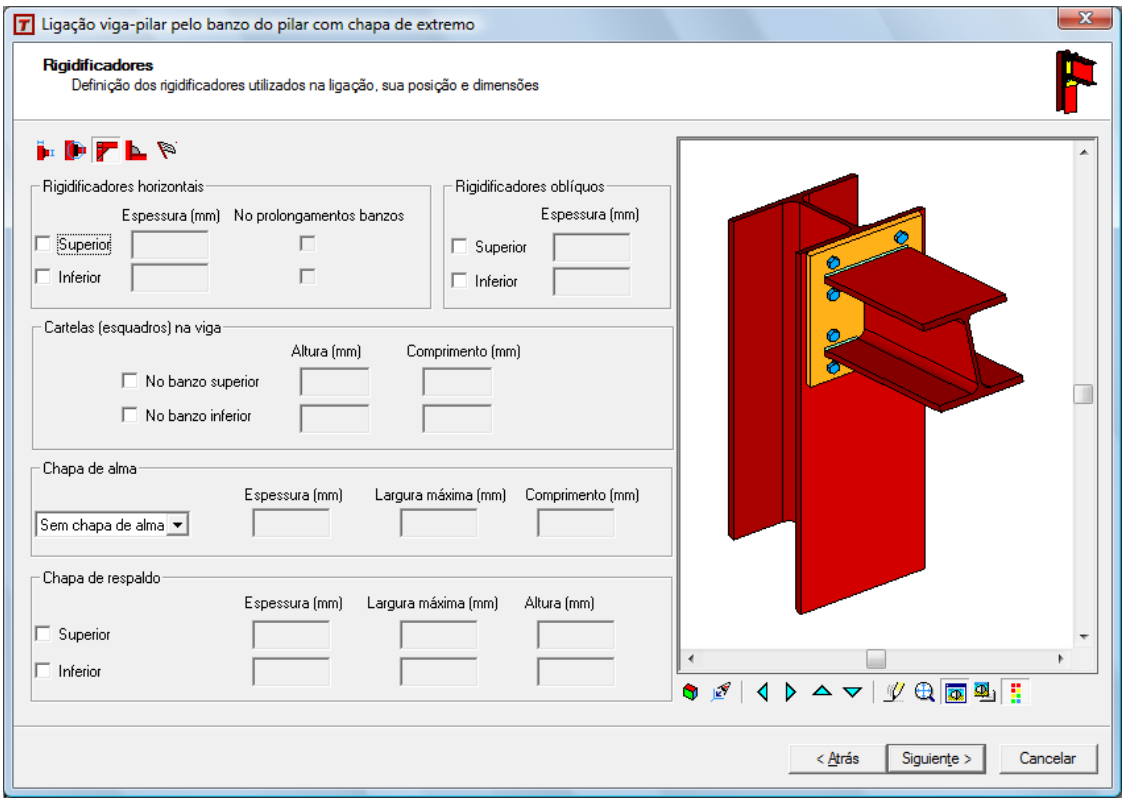
Aqui introduzem-se os dados referentes aos dados básicos da placa de extremo e as características e colocação dos parafusos. Para os parafusos permitem-se métricas de acordo com o Eurocódigo 3 (EC3) e ASTM. Inclui-se informação sobre os seus limites elásticos e últimos.

As distâncias que se mencionam na parte inferior da caixa de diálogo podem-se apreciar na figura seguinte:





Rigidificadores



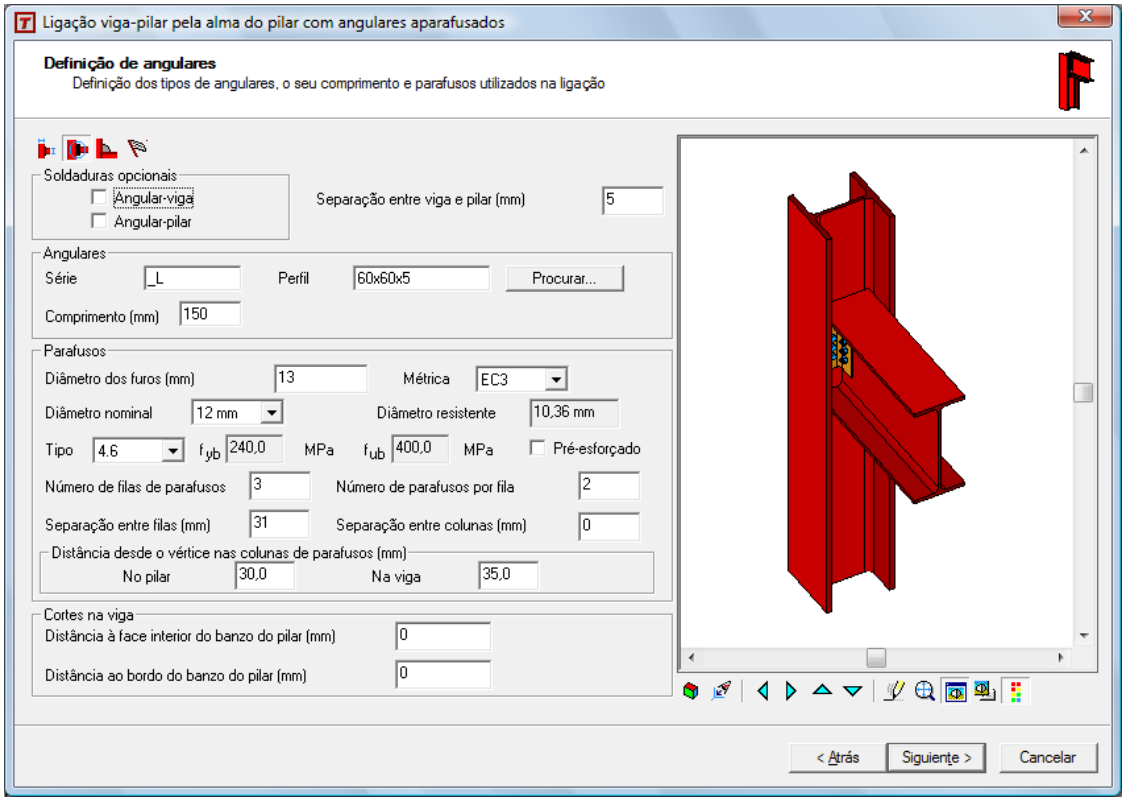
É de aplicação aos rigidificadores, cartelas e chapas de reforço da alma, o exposto no capítulo *Ligação viga-pilar pelo banzo do pilar soldada.* Nesta caixa aparece um elemento novo que são as chapas de respaldo, nas quais se pode definir a sua espessura, largura e altura. A largura mede-se desde o bordo do banzo do pilar até à alma do pilar e a altura mede-se desde o bordo (superior ou inferior consoante seja a chapa de respaldo) da chapa de extremo até abaixo/acima consoante a chapa de respaldo seja superior/inferior.

Ligação viga-pilar pelo banzo do pilar com angulares aparafusadas

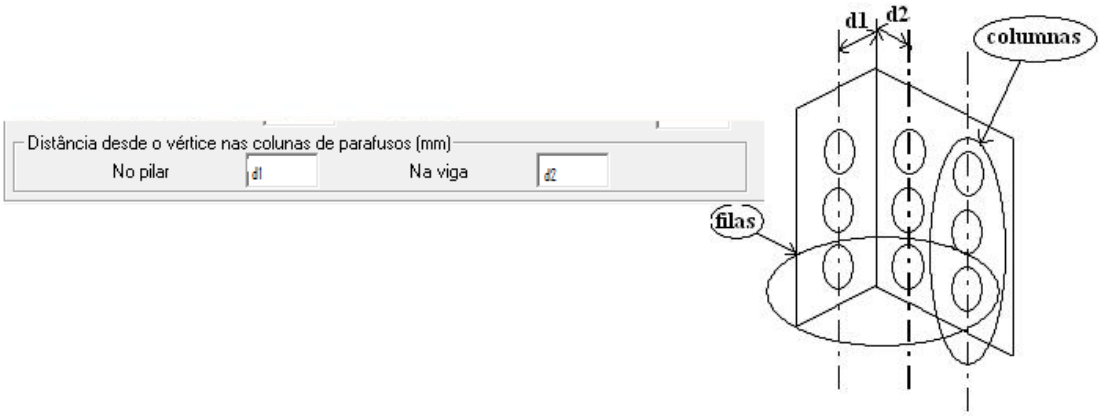
Para esta tipologia existe uma única caixa de diálogo específica para o assistente desta ligação. Nesta caixa introduzem-se diversos dados acerca das angulares e parafusos utilizados.

Como primeiro dado nas **Soldaduras opcionais** pode-se fazer com que a ligação só tenha parafusos numa das duas partes: na parte da angular que se une à alma da viga, ou na parte que se une ao banzo do pilar. É requisito imprescindível que em algum dos lados da angular existam parafusos.

Para seleccionar os angulares segue-se o mesmo procedimento que nas ligações soldadas com angulares. Além do ali mencionado, na parte que se une ao pilar só se pode colocar uma coluna de parafusos. Na parte do banzo podem existir as colunas de parafusos que se pretenda.

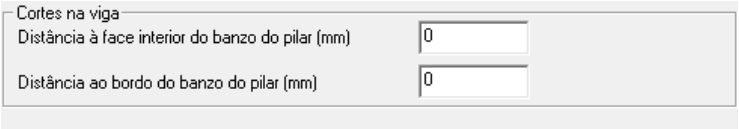

Ligação viga-pilar pela alma do pilar com angulares aparafusados
Definição de angulares
Definição dos tipos de angulares, o seu comprimento e parafusos utilizados na ligação
Soldaduras opcionais
Angular-viga
Angular-pilar
Separação entre viga e pilar (mm) 5
Angulares
Série _L
Perfil 60x60x5
Procurar...
Comprimento (mm) 150
Parafusos
Diâmetro dos furos (mm) 13
Métrica EC3
Diâmetro nominal 12 mm
Diâmetro resistente 10,36 mm
Tipo 4.6
fyb 240,0 MPa
fub 400,0 MPa
Pré-esforçado
Número de filas de parafusos 3
Número de parafusos por fila 2
Separação entre filas (mm) 31
Separação entre colunas (mm) 0
Distância desde o vértice nas colunas de parafusos (mm)
No pilar 30,0
Na viga 35,0
Cortes na viga
Distância à face interior do banzo do pilar (mm) 0
Distância ao bordo do banzo do pilar (mm) 0
< Atrás
Siguiente >
Cancelar

Os dados do capítulo *Distância desde o vértice às colunas de parafusos* pormenorizam-se na seguinte figura:



Ligação viga-pilar pela alma do pilar com angulares aparafusadas

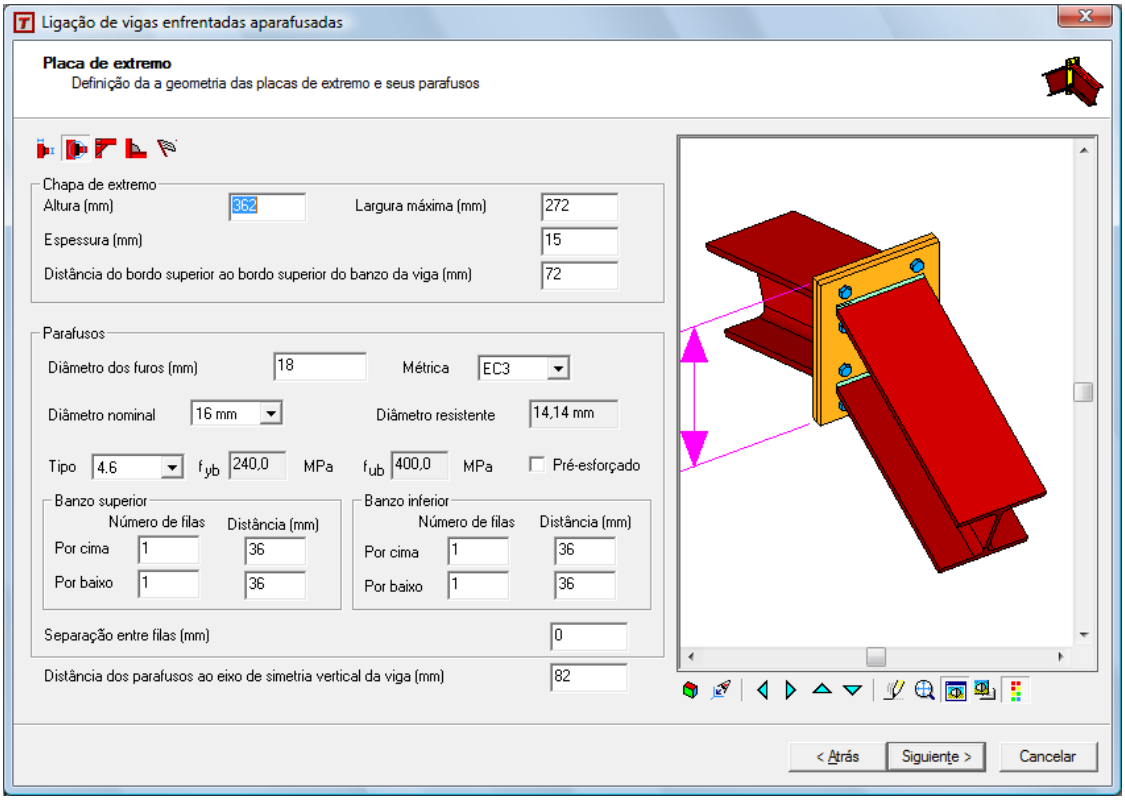
A caixa de diálogo adicional desta ligação é igual à do ponto anterior. A única diferença é que nesta se estabelecem possíveis cortes nos banzos da viga, para permitir que esta se possa introduzir na abertura existente entre os banzos do pilar.



Ligação de vigas enfrentadas aparafusadas

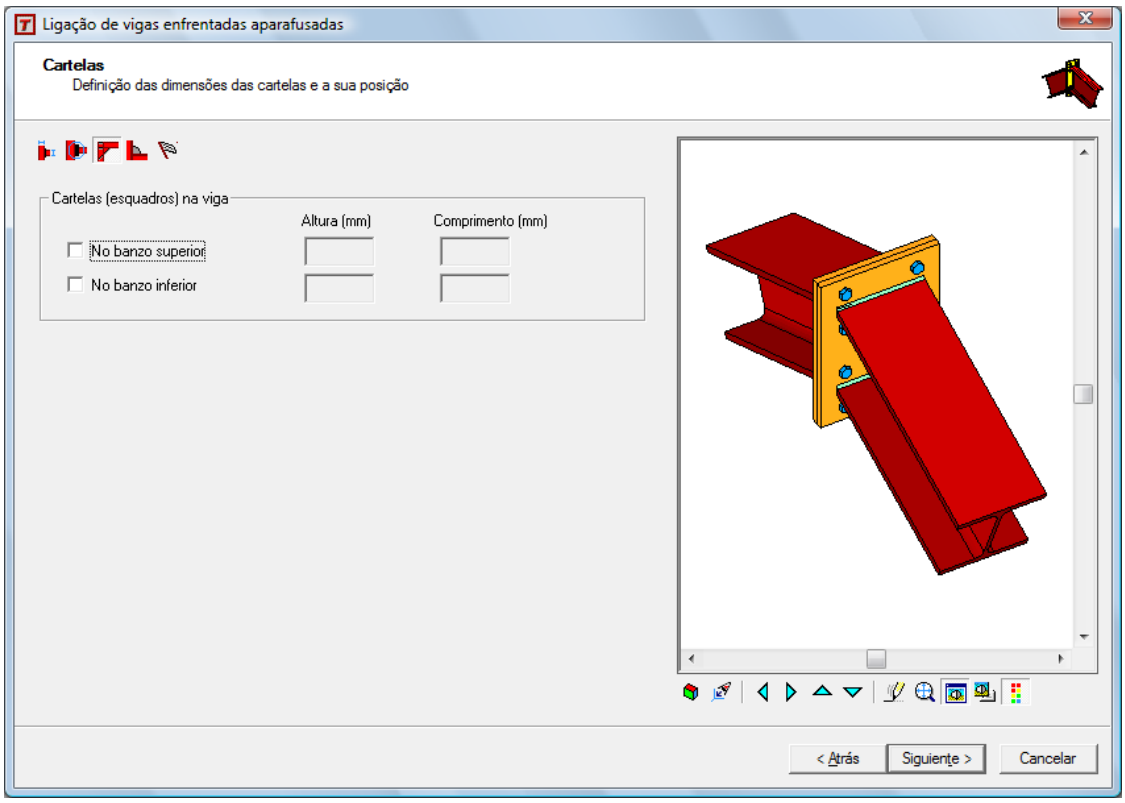
Existem duas caixas de diálogo que se adicionam às três comuns no assistente desta ligação.

Placa de extremo



Neste caixa de diálogo estabelecem-se as propriedades das duas chapas de extremo que se colocam neste tipo de ligação. Tudo o que foi dito para a caixa de diálogo **Chapa de Extremo** no capítulo 6.2.6 é de aplicação aqui.

Cartelas



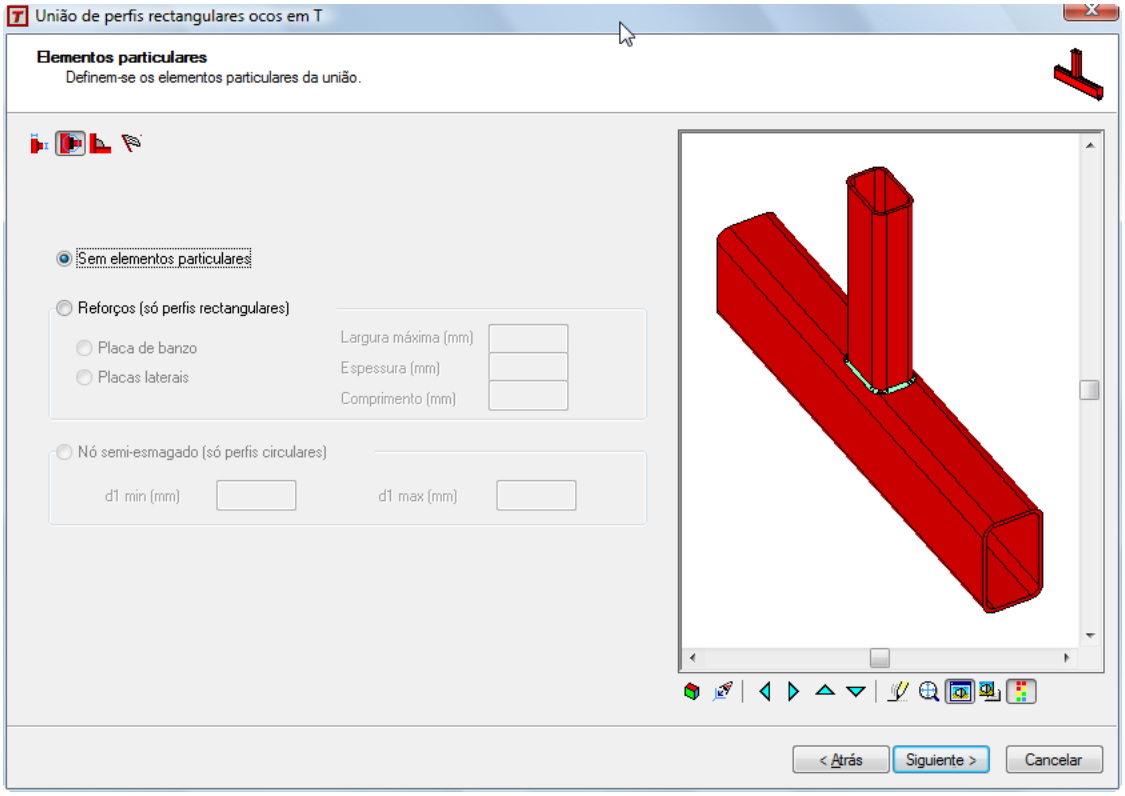
É necessário definir a disposição das cartelas e as suas dimensões. As cartelas colocam-se sempre por pares, ou seja, caso se coloque uma cartela superior está-se definindo uma cartela em cada uma das vigas, como se pode constatar na figura.

Ligações de perfis ocos

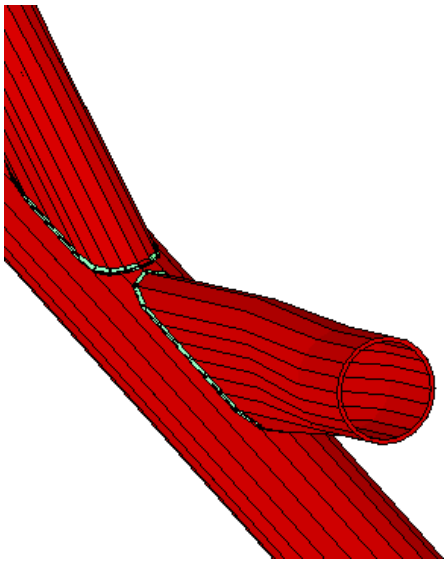
Elementos particulares

Para perfis ocos rectangulares pode seleccionar se pretende colocar ou não **Reforços**, que serão placas que se podem introduzir tanto na parte superior do cordão, placa de topo, como nas laterais.

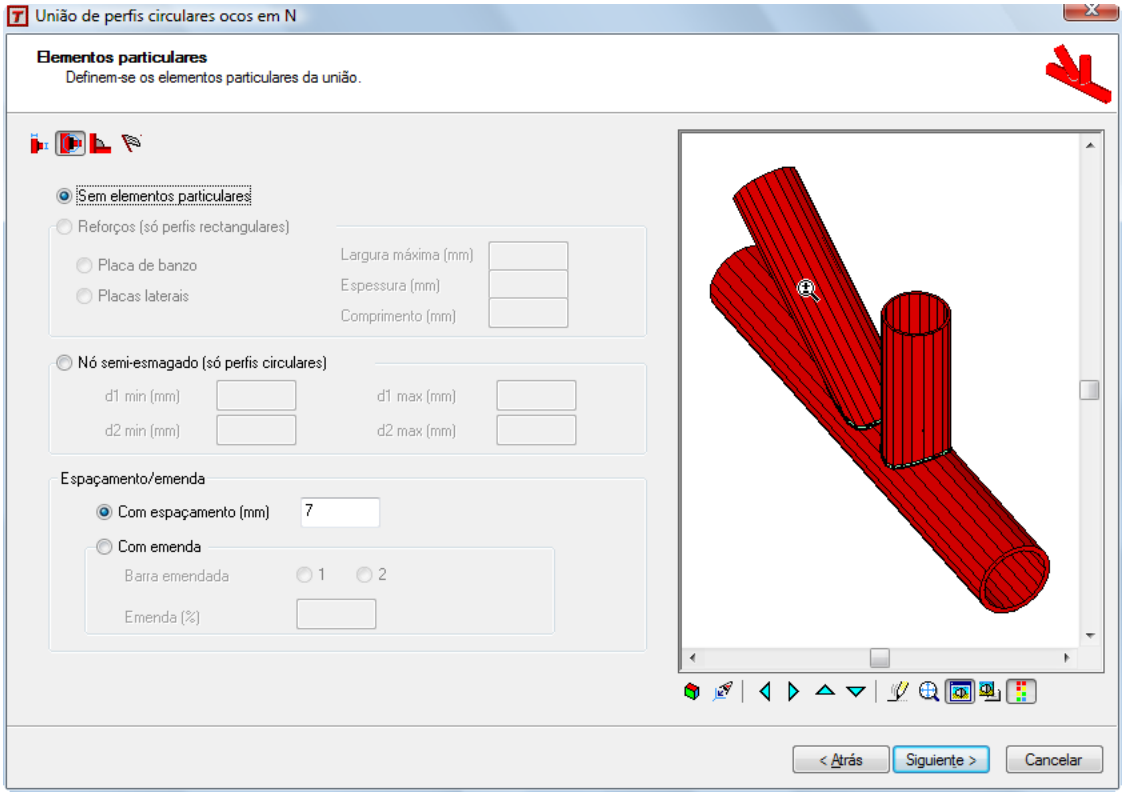
Na placa de topo é possível modificar a largura, a espessura e o comprimento dela, tal como para as laterais com a salvaguarda de que nestas a largura não se pode alterar.



No caso dos perfis ocos circulares, aparece a opção de considerar **Nós semi-esmagados**, na qual pode seleccionar um diâmetro máximo e outro mínimo para cada uma das barras. Ao modificar qualquer dos diâmetros o outro também se altera.



Tanto para perfis ocos rectangulares como para ocos circulares existe a opção de **Espaçamento/sobreposição,** em que se dá um valor a uma das barras de reforço, quer de maneira directa, no campo do **espaçamento** ou na **Percentagem** atribuindo-lhe um determinado valor de percentagem que sobrepõe esse perfil. Neste último caso pode assinalar-se o número do perfil que sobrepõe o outro, não sendo possível faze-lo no tipo de ligação em KT, já que o perfil sobreposto será sempre o perfil 2.



Valores pré-definidos

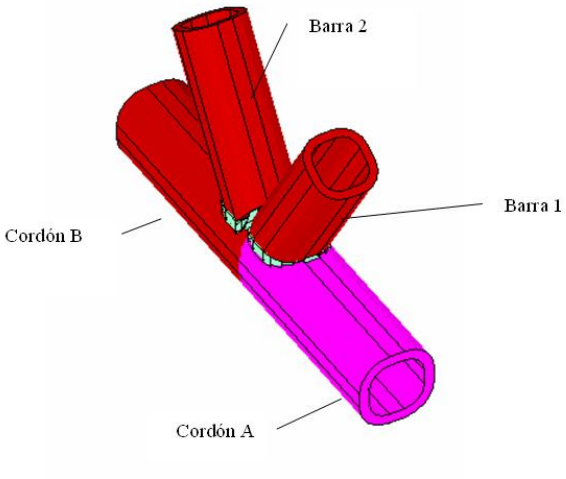
Perfis pré-definidos

Quando se cria uma nova ligação, utilizam-se um conjunto de valores por defeito, que posteriormente podem ser modificados. Para as ligações explícitas inicializam-se todos os valores possíveis. Quando se tiverem seleccionado barras, os valores dos perfis e dos ângulos preenchem-se automaticamente com os correspondentes às barras seleccionadas e não se poderão modificar. Os perfis que se utilizam para as ligações explícitas dos módulos 1 e 2 são IPE 300 para as vigas e HE 200 B para os pilares, ambos pertencentes ao catálogo Arcelor e cuja nomenclatura no programa ***Tricalc*** é **_IPE 300** e **_HE 200B** as barras formam um ângulo de 90º nas ligações viga-pilar e 180º no caso da ligação viga-viga.

Para os módulos 3 e 4 serão da série RHSH para os rectangulares ocos e da série CHSH para os circulares ocos. As dimensões de cada uma das secções dependerão do tipo de série utilizada, do número de barras da ligação e do ângulo que as barras secundárias formam com o cordão.

Para os perfis rectangulares ocos o programa considera os seguintes valores por defeito:

Forma	Barra	Série	Perfil	Ângulo do cordão
Em T	Cordão A	RHSH	100x60x4	
	Cordão B	RHSH	100x60x4	
	Barra 1	RHSH	60x40x3.2	90
Em Y	Cordão A	RHSH	100x60x4	
	Cordão B	RHSH	100x60x4	
	Barra 1	RHSH	60x40x3.2	30
Em K	Cordão A	RHSH	100x60x4	
	Cordão B	RHSH	100x60x4	
	Barra 1	RHSH	60x40x3.2	30
	Barra 2	RHSH	60x40x3.2	150
Em N	Cordão A	RHSH	100x60x4	
	Cordão B	RHSH	100x60x4	
	Barra 1	RHSH	60x40x3.2	90
	Barra 2	RHSH	60x40x3.2	150
Em X	Cordão A	RHSH	100x60x4	
	Cordão B	RHSH	100x60x4	
	Barra 1	RHSH	60x40x3.2	30
	Barra 2	RHSH	60x40x3.2	210
Em KT	Cordão A	RHSH	100x60x4	
	Cordão B	RHSH	100x60x4	
	Barra 1	RHSH	60x40x3.2	30
	Barra 2	RHSH	60x40x3.2	90
	Barra 3	RHSH	60x40x3.2	150



Forma	Barra	Série	Perfil	Ângulo do cordão
Em T	Cordão A	CHSH	88.9x6.3	
	Cordão B	CHSH	88.9x6.3	
	Barra 1	CHSH	76.1x3.2	90
Em Y	Cordão A	CHSH	88.9x6.3	
	Cordão B	CHSH	88.9x6.3	
	Barra 1	CHSH	76.1x3.2	30
Em K	Cordão A	CHSH	88.9x6.3	
	Cordão B	CHSH	88.9x6.3	
	Barra 1	CHSH	76.1x3.2	30
	Barra 2	CHSH	76.1x3.2	150
Em N	Cordão A	CHSH	88.9x6.3	
	Cordão B	CHSH	88.9x6.3	
	Barra 1	CHSH	76.1x3.2	90
	Barra 2	CHSH	76.1x3.2	150
Em X	Cordão A	CHSH	88.9x6.3	
	Cordão B	CHSH	88.9x6.3	
	Barra 1	CHSH	76.1x3.2	30
	Barra 2	CHSH	76.1x3.2	210
Em KT	Cordão A	CHSH	88.9x6.3	
	Cordão B	CHSH	88.9x6.3	
	Barra 1	CHSH	76.1x3.2	30
	Barra 2	CHSH	76.1x3.2	90
	Barra 3	CHSH	76.1x3.2	150

Os restantes dados pré-definidos nas ligações inicializam-se com os seguintes valores:

Valores pré-definidos para ligações soldadas

Ligação viga-pilar pela alma do pilar soldada

- Distância à face interior do banzo do pilar = 0 cm
- Distância ao bordo do banzo do pilar = 0 cm
- Altura útil da alma da viga = 50%.

Ligação viga-pilar pela alma do pilar com angulares soldadas

- Distância à face interior do banzo do pilar = 0 cm
- Distância ao bordo do banzo do pilar = 0 cm
- Série da angular: perfil da série **L** do catálogo Arcelor. A nomenclatura no programa é **_L**.
- Perfil seleccionado da série: o que pode situar-se nos 2/3 da metade da largura da alma do pilar e não tenha contacto com os banzos da viga. No caso de ser o ângulo entre a viga e o pilar diferente de 90º.
- Comprimento do perfil da angular: a metade da altura da secção de corte da viga a unir com o pilar
- Separação entre a viga e o pilar: 5mm

Ligação viga-pilar pelo banzo do pilar com angulares soldadas

- Série da angular: perfil da série **L** do catálogo Arcelor. A nomenclatura no programa é **_L**.
- Perfil seleccionado da série: o que possa situar-se nos 2/3 da metade da largura do banzo do pilar e não tenha contacto com os banzos da viga, em caso de ser o ângulo entre a viga e o pilar diferente de 90º.
- Comprimento da angular: a metade da altura da secção de corte da viga a unir com o pilar.
- Separação entre a viga e o pilar: 5mm

Ligação viga-pilar pelo banzo do pilar soldada

- Chapa de alma:
- Espessura: como na alma do pilar
- Altura: como a altura da secção de corte da viga a unir com o pilar.
- Largura: 80% da largura útil da alma do pilar.
- Espessura de rigidificadores: igual à espessura dos banzos da viga.
- Cartelas:
- Altura: igual valor que a altura da viga
- Comprimento: duas vezes a altura anterior da cartela

Ligação de vigas enfrentadas soldadas

- Chapa de extremo:
- Largura: como a largura da viga.
- Altura: como a altura do corte da viga.
- Espessura: como o banzo da viga.
- Distância do bordo da chapa ao bordo do banzo superior da viga = 0 cm
- Cartelas:
- Altura: como a altura da viga.
- Comprimento: o dobro da altura anterior.

Valores pré-definidos nas ligações aparafusadas

Ligação viga-pilar pelo banzo do pilar com chapa de extremo

- Parafusos: métrica EC3, diâmetro M16 e tipo 4.6.
- Chapa de extremo:

  Diâmetro dos furos: 18mm.

  Distância do bordo superior da placa ao bordo superior do banzo da viga (ds): 4 vezes o diâmetro dos furos.

  d1, d2, d3 e d4 (ver figura na explicação da caixa de diálogo da chapa de extremo): 2 vezes o diâmetro dos furos.

  d5 (ver mesma figura): largura da viga/2 – diâmetro dos furos.

  Espessura: a espessura do banzo da viga.

  Largura: o mínimo valor entre a largura da viga mais 4 vezes o diâmetro dos parafusos e a largura do pilar.

  Altura: H_v+ds+2*d4, sendo

  H_v= altura do corte da viga

  ds= distância do bordo superior da placa ao bordo superior do banzo da viga

  d4= ver figura na explicação da caixa de diálogo da chapa de extremo.

  Uma fila de parafusos em cada uma das zonas.
- Chapas de alma:

  Espessura: a da alma do pilar.

  Altura: a altura de corte da viga.

  Largura: 80% da largura útil da alma do pilar.

  Espessura dos rigidificadores: espessura do banzo da viga.
- Chapas de respaldo:

  Espessura: a da chapa de extremo.

  Altura: 95% da metade da altura da chapa de extremo.

  Largura: (B_v - t_{wc})/2 – r – 1.5 (tudo em mm), onde

  B_v= largura do pilar

t_{wc}= alma do pilar

r= raio de concordância do pilar

- Cartelas:

  Altura: altura disponível até aos bordos da chapa de extremo.

  Comprimento: o dobro da altura.

Ligação viga-pilar pelo banzo do pilar com angulares aparafusadas

- Parafusos no pilar e viga

  Máximo três filas de parafusos, adaptando o tamanho ao tamanho da angular, bem como os furos para os parafusos (ver capítulo *Tipos de parafusos*).

  Número de parafusos por fila: 2.

  Série da angular: perfil da série **L** do catálogo Arcelor. A nomenclatura no programa é **_L**.
- Perfil seleccionado da série: o que se possa situar-se nos 2/3 da metade da largura do banzo do pilar e não tenha contacto com os banzos da viga no caso de ser o ângulo entre a viga e o pilar diferente de 90º.
- Comprimento do perfil da angular: a metade da altura da secção de corte da viga a unir com o pilar.
- Separação entre a viga e o pilar: 5mm.
- Separação entre filas de parafusos: o diâmetro da cabeça do parafuso seleccionado + 10 mm.
- Comprimentos desde o vértice da angular até à primeira coluna de parafusos na viga e pilar: as necessárias para que a primeira coluna de parafusos na viga e a do pilar estejam centradas.

Ligação viga-pilar pela alma do pilar com angulares aparafusadas

- Parafusos no pilar e viga

  Máximo três filas de parafusos, adaptando o tamanho ao tamanho da angular, bem como os furos para os parafusos (ver capítulo *Tipos de parafusos*).

  Número de parafusos por fila: 2.
- Série da angular: perfil da série **L** do catálogo Arcelor. A nomenclatura no programa é **_L**.
- Perfil seleccionado na série: o que poda colocar-se nos 2/3 da metade da largura da alma do pilar e não tenha contacto com os banzos da viga no caso do ângulo entre a viga e o pilar ser diferente de 90º.
- Comprimento do perfil da angular: a metade da altura da secção de corte da viga a unir com o pilar.
- Separação entre a viga e o pilar: 5mm.
- Separação entre filas de parafusos: o diâmetro da cabeça do parafuso seleccionado + 10 mm.
- Comprimentos desde o vértice da angular até à primeira coluna de parafusos na viga e pilar: as necessárias para que a primeira coluna de parafusos na viga e a do pilar estejam centradas.

Ligação de vigas enfrentadas aparafusadas

- Parafusos: métrica EC3, diâmetro M16 e tipo 4.6.
- Chapas de extremo:

  Largura: como a largura da viga.

Altura: como a altura do corte da viga.

Espessura: como o banzo da viga.

Diâmetro dos furos: 18mm.

Distância do bordo da chapa ao bordo do banzo superior da viga: 4 vezes o diâmetro dos furos.

d1, d2, d3, d4: 2 vezes o diâmetro dos furos.

d5: metade da largura da viga menos o diâmetro dos furos.

Uma fila de parafusos em cada zona.

- Cartelas:
- Altura: como o valor da altura da viga.
- Comprimento: o dobro da altura anterior.

Para as soldaduras segue-se um critério geral. O tipo de soldadura depende do ângulo que formem as chapas que se vão unir:

- Entre 0 e 30º: soldadura em ângulo em uma só face.
- Entre 31 e 60º: soldadura de penetração completa.
- Entre 61 e 90º: indiferente. No caso de ser em ângulo será pelas duas faces.

No caso da soldadura ser em ângulo, a espessura da garganta virá marcada por 70% da espessura das chapas a unir. Essa espessura da garganta não poderá ser menor que 3mm.

Valores por defeito em ligações ocas *T-Connect* 3 e 4

Ligação de perfis ocos em T e em Y

- Chapa de reforço:

Comprimento: L1 = $1.5 * (\frac{H1}{sen\ \alpha} + \sqrt{L_2 * (L_2 - B1)})$

Largura: largura do cordão.

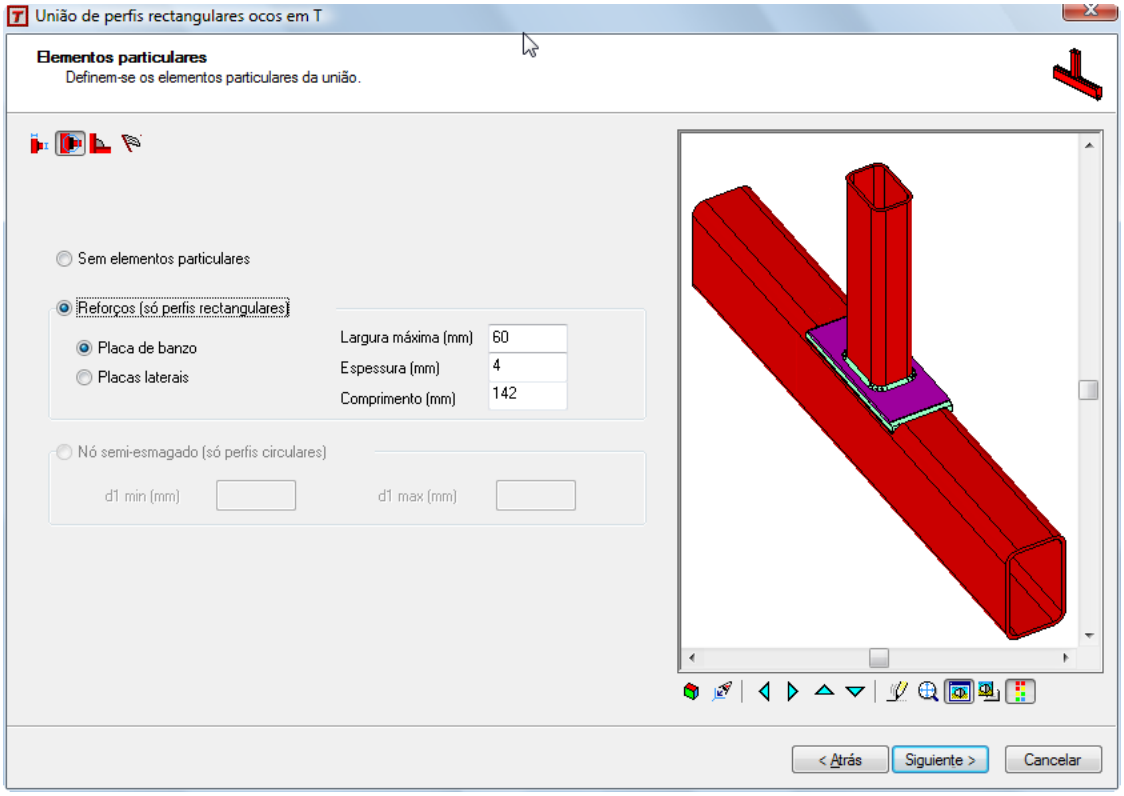
Espessura: espessura do cordão.

- Nós semi-esmagados:

d1_min = 0.7 * H1
d2_min de acordo com o perímetro da barra de reforço e d1_min

Onde:

H1 é a altura da barra de reforço.
α é o ângulo formado com a barra A do cordão.
L_2 é a largura da placa de reforço.
B1 é a largura da barra de reforço.



Ligação de perfis ocos em K e em N

- Espaçamento: gap= 1.1*(eb1 + eb2)
- Placa de reforço:

  Comprimento: $L_1 = 1.5 * \left(\frac{H1}{sen\ \alpha} + gap + \frac{H2}{sen\ \beta}\right)$

  Largura: L_2 = B0
  Espessura: e = 1.5 * (max(2*eb1,2*eb2))

- Nós semi-esmagados:

  d1_min = 0.7 * H1, e d1_max de acordo com o perímetro da secção
  d2_min = 0.7 * H2, e d2_max de acordo com o perímetro da secção

Onde:

eb1: espessura da barra de reforço 1

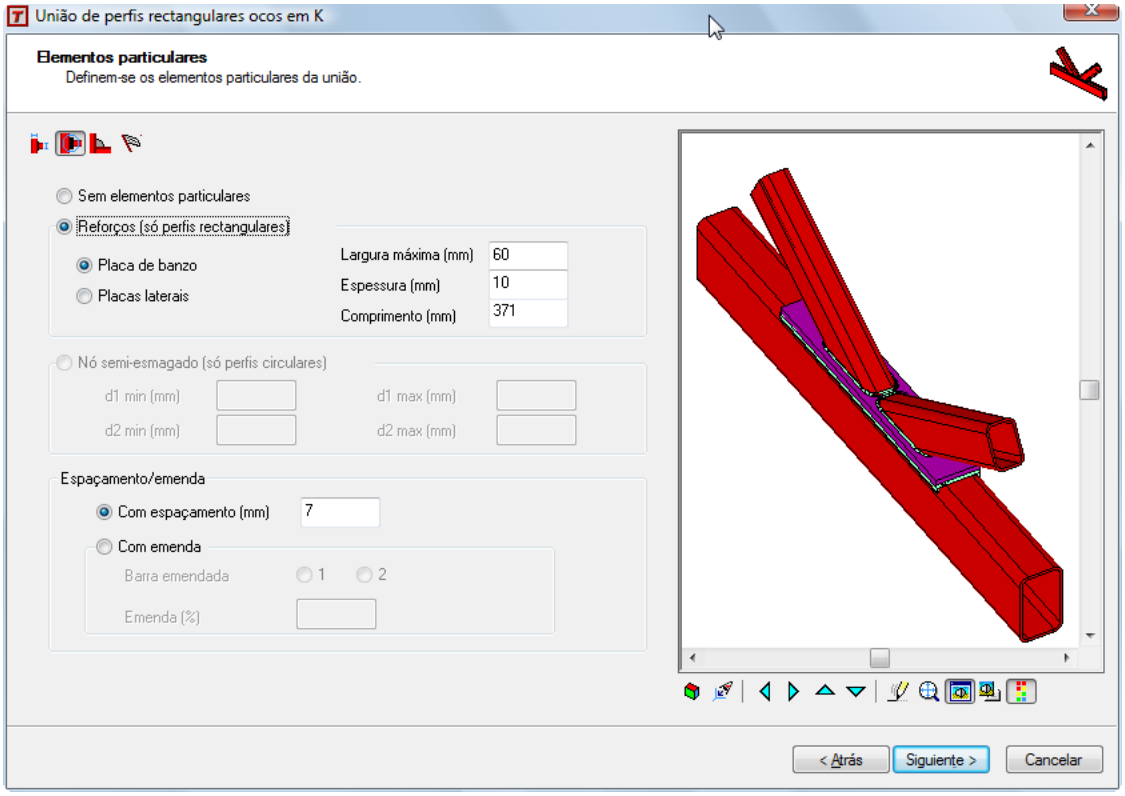
eb2: espessura da barra de reforço 2

H1: altura da barra de reforço 1

α: Ângulo da barra de reforço 1 com a barra A do cordão.

H2: altura da barra de reforço 2

β: Ângulo da barra de reforço 2 com a barra A do cordão.
B0: largura do cordão.



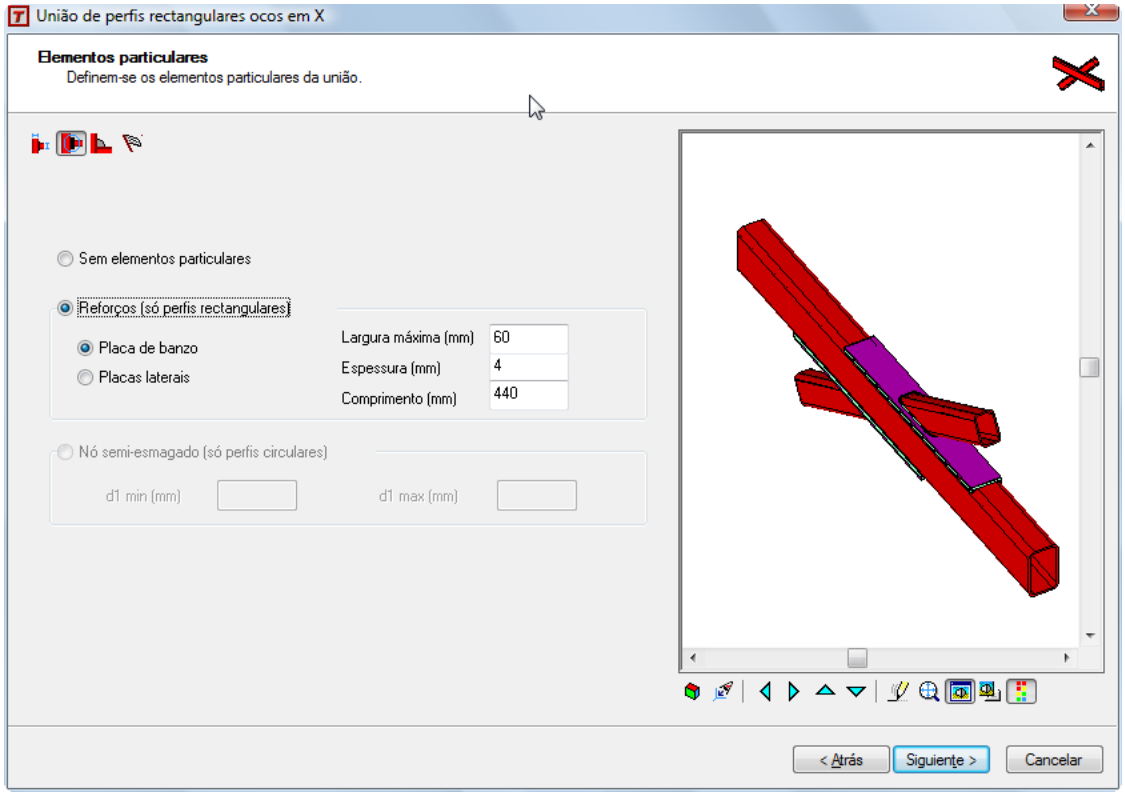
Ligação de perfis ocos em X

- São similares às ligações em T ou Y, excepto o comprimento das placas de reforço que é

$$L_1 = 1.5 * \left(\frac{H0}{\tan \alpha} + \frac{H1}{sen\ \alpha}\right)$$

Sendo:

H0: altura do cordão.
H1: altura das barras de reforço
α: ângulo da barra 1 com a barra A do cordão.



Ligação de perfis ocos em KT

- Espaçamento barras 1 e 2: gap1= 1.1*(eb1 + eb2)
- Espaçamento barras 2 e 3: gap2= 1.1*(eb2 + eb3)
- Placa de reforço:

Comprimento: $L_1 = 1.5 * \left(\frac{H1}{sen\,\alpha} + gap1 + H2 + \frac{H3}{sen\,\beta}\right)$

Largura: L_2 = B0

Espessura: e = 1.5 * (max(max(2*eb1,2*eb2),2*eb3))

Onde:

eb1: espessura da barra de reforço 1

eb2: espessura da barra de reforço 2

eb3: espessura da barra de reforço 2

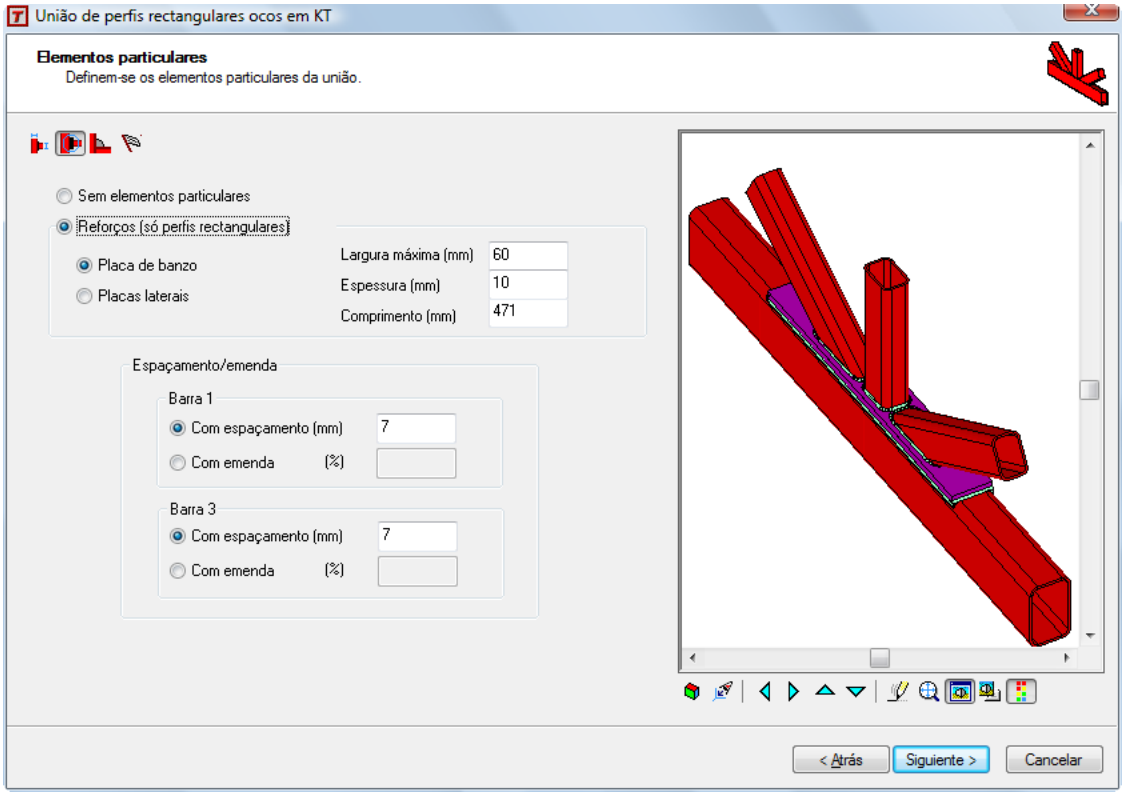
H1: altura da barra de reforço 1

α: Ângulo da barra de reforço 1 com a barra A do cordão.

H2: altura da barra de reforço 2

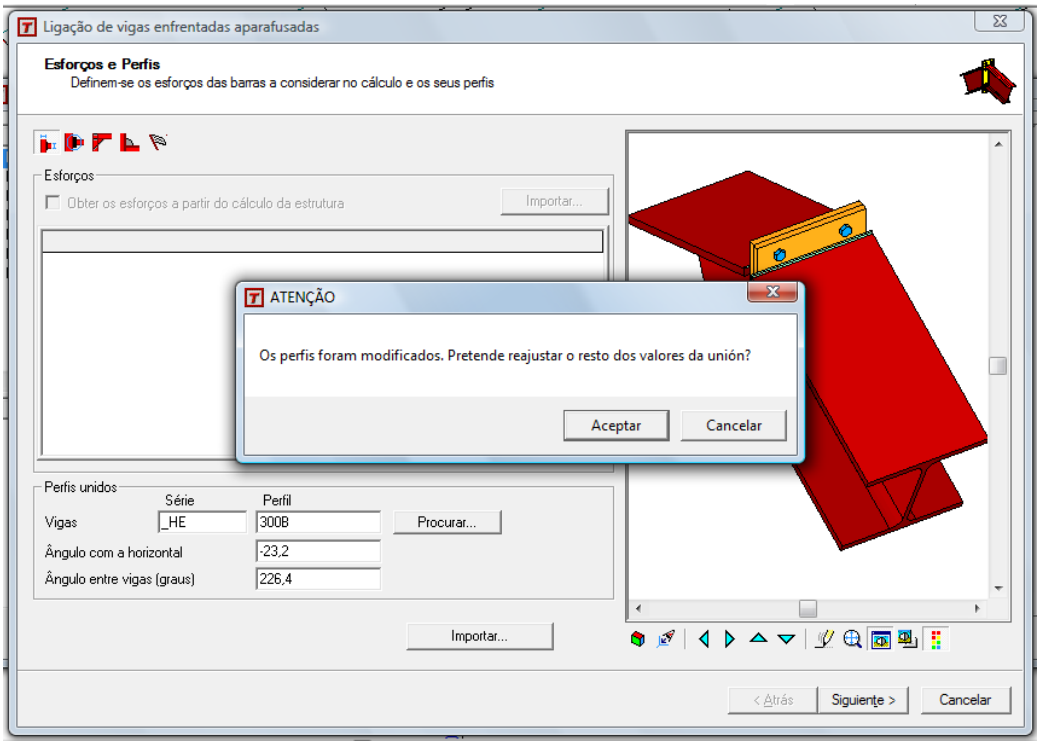
H3: altura da barra de reforço 3

β: Ângulo da barra de reforço 3 com a barra A do cordão.
B0: largura do cordão



Reajuste de valores

Ao produzir-se uma alteração nos perfis ou no ângulo formado pelas barras de um modelo, dá-se a opção do utilizador poder reajustar os valores geométricos dos restantes elementos do modelo.



Caso se pressione em **Cancelar**, os componentes do modelo não sofrerão modificação; caso se pressione **Aceitar** a geometria do modelo altera-se, seguindo os critérios:

Reajuste de Ligações soldadas *T-Connect*.1

Ligação soldada viga-pilar pela alma do pilar

- Soldaduras: reajusta espessuras da garganta.

Ligação soldada viga-pilar pela alma do pilar com angulares

- Reajustam-se as angulares para que caibam nos novos perfis.
- O comprimento dos perfis da angular tomados ajustam-se proporcionalmente à alteração da secção da viga.
- Reajuste de soldaduras, por possível alteração nas espessuras e nos ângulos entre as chapas a unir.

Ligação soldada viga-pilar pelo banzo do pilar com angulares

- Reajustam-se as angulares para que caibam nos novos perfis.
- O comprimento dos perfis da angular assumidos ajusta-se proporcionalmente à alteração da secção da viga.

- Reajuste de soldaduras, por possível alteração das espessuras e dos ângulos entre chapas a unir.

Ligação soldada viga-pilar pelo banzo do pilar

- Chapa de alma:
  Espessura: proporcional à espessura da alma do pilar.
  Altura: proporcional ao corte da altura da viga.
  Largura: proporcional a 80% da largura útil da alma do pilar.
  Espessura dos rigidificadores: proporcional à espessura do banzo da viga.
- Cartelas:
  Altura: proporcional ao corte na altura da viga.
- Reajuste de soldaduras.

Ligação soldada de vigas enfrentadas

- Chapa de extremo:
  Largura: proporcional à largura das vigas.
  Altura: proporcional ao corte da altura das vigas.
  Espessura: proporcional à espessura do banzo das vigas.
  Distância do bordo superior da chapa ao banzo superior das vigas (ds): proporcional ao corte da altura das vigas.
- Cartelas:
  Altura: proporcional ao corte na altura das vigas.
- Reajuste de soldaduras.

Reajuste de Ligações Aparafusadas *T-Connect* 2

Ligação viga-pilar pelo banzo do pilar com chapa de extremo

- Chapa de extremo:
  Largura: proporcional à largura do pilar.
  Altura: proporcional ao corte da altura da viga.
  Espessura: proporcional à espessura do banzo da viga.
  Distância do bordo superior da chapa ao banzo superior da viga (ds): proporcional ao corte da altura da viga.
- d1, d2, d3, d4: proporcional ao corte da altura da viga.
- d5: proporcional à largura do banzo do pilar.
- Separação entre filas: proporcional ao corte da altura da viga.
- Chapa de alma:
  Espessura: proporcional à espessura da alma do pilar.
  Altura: proporcional ao corte da altura da viga.

Largura: proporcional a 80% do vão livre na alma do pilar.

Espessura de rigidificadores: proporcional à espessura do banzo da viga.

- Chapas de respaldo:

  Espessura: proporcional à espessura do banzo da viga.

  Altura: proporcional ao corte da altura da viga.

  Largura: proporcional a: (largura banzo pilar – espessura alma pilar)/2 – 1.5mm.

- Cartelas:

  Altura: proporcional ao corte da altura da viga.

- Reajuste de soldaduras.

Ligação aparafusada viga-pilar pelo banzo do pilar com angulares

- Reajustam-se as ângulares para que caibam nos novos perfis.
- O comprimento dos perfis da ângular assumidos ajusta-se proporcionalmente à alteração da secção da viga.
- Se não cabem os parafusos no novo perfil, tenta-se encontrar uns parafusos novos que caibam. Se não é possível, colocam-se os parafusos de diâmetro mais pequeno de entre todos os disponíveis.
- Separação entre colunas: proporcional ao comprimento aparafusado na viga.
- Distância do vértice à primeira coluna de parafusos na viga: proporcional ao comprimento aparafusada na viga.
- Distância do vértice à primeira coluna de parafusos no pilar: centrada no troço da angular aparafusada no pilar.
- Reajuste de soldaduras, por possível alteração nas espessuras e nos ângulos entre chapas a unir.

Ligação aparafusada viga-pilar pela alma do pilar com ângulares

- Reajustam-se as angulares para que caibam nos novos perfis.
- O comprimento dos perfis da angular assumidos ajustam-se proporcionalmente à alteração da secção da viga.
- Caso não caibam os parafusos no novo perfil, tenta-se encontrar novos parafusos que caibam. Se não for possível, colocam-se os de diâmetro mais pequeno de entre todos os disponíveis.
- Respeita-se o número de filas e de colunas de parafusos.
- Separação entre colunas: proporcional ao comprimento aparafusado na viga.
- Distância do vértice à primeira coluna de parafusos na viga: proporcional ao comprimento aparafusado na viga.
- Distância do vértice à primeira coluna de parafusos no pilar: centrada no troço da angular aparafusado no pilar.
- Reajuste de soldaduras, por possível alteração nas espessuras e nos ângulos entre chapas a unir.

Ligações aparafusadas de vigas enfrentadas

- Chapa de extremo:

  Largura: proporcional à largura das vigas.

Altura: proporcional ao corte da altura das vigas.

Espessura: proporcional à espessura do banzo das vigas.

Distância do bordo superior da chapa ao banzo superior das vigas (ds): proporcional ao corte da altura das vigas.

- d1, d2, d3, d4: proporcional ao corte da altura das vigas.
- d5: proporcional à largura do banzo das vigas.
- Separação entre parafusos: proporcional ao corte da altura das vigas.
- Cartelas:

  Altura: proporcional ao corte na altura da viga.
- Reajuste de soldaduras.

Reajuste de Ligações ocas *T-Connect* 3 e 4

Ligação de perfis ocos em T, Y e X

- **Nós semi-esmagados**: Voltam a recalcular-se os diâmetros mínimo e máximo de acordo o critério dos valores iniciais, mas usando os novos tamanhos dos perfis.
- **Placa de reforço:** Respeita-se a posição em que estiverem colocadas.

  Comprimento: de acordo a variação da altura da barra de reforço e a variação do ângulo da barra de reforço com o cordão.

  Largura: Se as placas são laterais, põe-se a altura do novo cordão. Se existir placa superior, varia-se de acordo a razão entre as larguras dos cordões novo e antigo. Verifica-se que não se ultrapasse a largura do cordão. Se isto ocorrer deve impor-se a largura do cordão.

  Espessura: modifica-se proporcionalmente o aumento ou diminuição da espessura do cordão.

Ligação de perfis ocos em K e em N

- **Nós semi-esmagados**: Voltam a recalcular-se os diâmetros mínimo e máximo de acordo o critério dos valores iniciais, mas usando os novos tamanhos dos perfis.
- **Placa de reforço**: Respeita-se a posição em que estiverem colocadas.

  Comprimento: de acordo a variação da altura das barras de reforço e a variação dos ângulos das barras de reforço com a barra A do cordão.

  Largura: Se as placas eram laterais, põe-se a altura do novo cordão. Se existir placa superior, varia-se de acordo a razão entre as larguras dos cordões novo e antigo. Verifica-se que não se ultrapasse a largura do cordão. Se isto ocorrer deve impor-se a largura do cordão.

  Espessura: Varia-se proporcionalmente tal como o fariam os valores por defeito deste parâmetro com perfis antigos e novos

Ligação de perfis ocos em KT

- **Placa de reforço**: Respeita-se a posição em que estiverem colocadas.

Comprimento: de acordo com a variação da altura das barras de reforço e a variação dos ângulos das barras de reforço com a barra A do cordão.

Largura: Se as placas são laterais, põe-se a altura do novo cordão. Se existir placa superior, varia-se de acordo a razão entre as larguras dos cordões novo e antigo. Verifique que não se ultrapassa a largura do cordão. Se isto ocorrer impõe-se a largura do cordão.

Espessura: Varia-se proporcionalmente tal como o fariam os valores por defeito deste parâmetro com perfis antigos e novos.

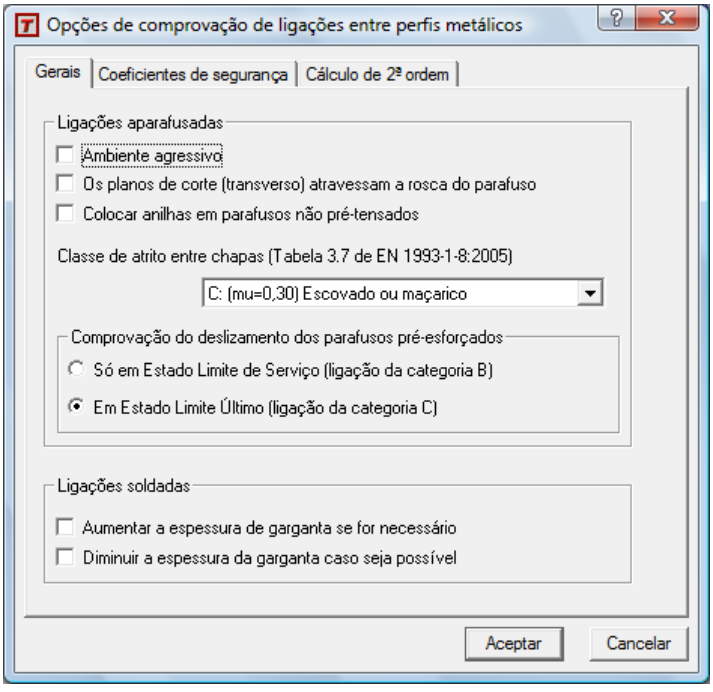
Cálculo das ligações

Para realizar o cálculo de todas as ligações, acede-se através do menu: **Cálculo>Ligações (Aço)> Calcular**. Independentemente da norma seleccionada nas opções gerais do programa, o cálculo realizar-se-á de acordo com o Eurocódigo 3 (EN 1993-1-8:2005). Descrevem-se seguidamente as ferramentas disponíveis e o método de cálculo seguido.

Na função **Geometria>Ligações (Aço)>Atribuir/modificar** mostra-se o estado de cada ligação na coluna **Cumpre** de cada ligação, que terá o valor **Sim**, **Não** ou em branco no caso de não ter calculado essa ligação. Igualmente no Relatório de ligações indica-se cada ligação que é válida para efeitos de resistência.

Opções de cálculo

A partir do menu **Cálculo>Ligações (Aço)>Opções**, aparece-nos a seguinte caixa de diálogo:


Opções de comprovação de ligações entre perfis metálicos
Gerais
Coeficientes de segurança
Cálculo de 2ª ordem
Ligações aparafusadas
Ambiente agressivo
Os planos de corte (transverso) atravessam a rosca do parafuso
Colocar anilhas em parafusos não pré-tensados
Classe de atrito entre chapas (Tabela 3.7 de EN 1993-1-8:2005)
C: (mu=0,30) Escovado ou maçarico
Comprovação do deslizamento dos parafusos pré-esforçados
Só em Estado Limite de Serviço (ligação da categoria B)
Em Estado Limite Último (ligação da categoria C)
Ligações soldadas
Aumentar a espessura de garganta se for necessário
Diminuir a espessura da garganta caso seja possível
Aceptar
Cancelar

Ficha *Gerais*

Na primeira ficha da caixa de diálogo encontram-se as opções gerais de cálculo.

■ Grupo **Ligações aparafusadas**

A secção de ligações aparafusadas ter-se-á em conta só no caso em que se trate desse tipo de ligações. Nesta secção pergunta-se acerca de:

Ambiente agressivo: Existência de ambiente agressivo: informação necessária para estabelecer os limites das distâncias entre parafusos, de acordo com a tabela seguinte (tabela 3.3 da EN 1993-1-8:2005):

	Mínima	Máxima	
		Aços segundo EN 10025 (salvo EN 10025-5)	
		Ambiente agressivo	Ambiente protegido
e1 (distância ao extremo)	1,2·d0	4·t + 40 mm	
e2 (distância ao bordo)	1,2·d0	4·t + 40 mm	
p1	2,2·d0	mín (14·t; 200 mm)	mín (14·t; 200 mm)
p1,0		mín (14·t; 200 mm)	
p1,i		mín (28·t; 400 mm)	
p2	2,4·d0	mín (14·t; 200 mm)	mín (14·t; 200 mm)

onde:

d_0	diâmetro do furo;
t	espessura da chapa de menor espessura das que se unem;
e_1	distância do furo ao bordo, na direcção do esforço;
e_2	distância do furo ao bordo lateral (perpendicular ao esforço);
p_1	distância entre furos, paralela ao esforço, em compressão;
$p_{1,0}$	distância entre furos, paralela ao esforço, das filas externas, em tracção;
$p_{1,i}$	distância entre furos, paralela ao esforço, das filas internas, em tracção;
p_2	distância entre filas de furos;

Os planos de corte (esforço transverso) atravessam a rosca do parafuso. A fim de ter em consideração no cálculo da resistência ao esforço transverso em cada plano de corte (capítulo 3.6.1. da EN 1993-1-8:2005) através da fórmula:

$F_{v,Rd} = \alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A / \gamma_{M2}$

, tendo-se em conta que:

- se o plano de corte atravessa a rosca
  A e A_s: área de tracção do parafuso;
  para parafusos de classes 4.6, 5.6 e 8.8 → $\alpha_v = 0,6$
  para parafusos de classes 4.8, 5.8, 6.8 e 10.9 → $\alpha_v = 0,5$
- se o plano de corte não passa pela rosca
  A é a área bruta do parafuso;
  $\alpha_v = 0,6$

Colocação de anilhas em parafusos não pré-esforçados: se nas caixas de diálogo se incluem parafusos e assinala-se o campo **Pré-esforçados**, a colocação de anilhas realiza-se de forma

automática. Se o campo **Pré-esforçada** não se encontra assinalada, recorre-se a esta opção para saber se é necessária a colocação de anilhas.

Classe de atrito entre chapas, de acordo com a tabela 3.7 de EN 1993-1-8:2005:

Tabela 3.7: coeficiente de atrito μ

Classe de atrito standard	μ
A	0,5
B	0,4
C	0,3
D	0,2

, que corresponde com os coeficientes μ do capítulo 7.3.2 do CTE DB-SE-A:

A para superfícies tratadas com jacto de gravilha ou areia, e para superfícies tratadas com jacto de gravilha ou areia e posterior tratamento com alumínio.

B para superfícies tratadas com jacto de gravilha ou areia e pintadas com um silicato alcalino de zinco.

C para superfícies limpas com escova metálica ou com chama, com eliminação de partes oxidadas.

D superfícies não tratadas.

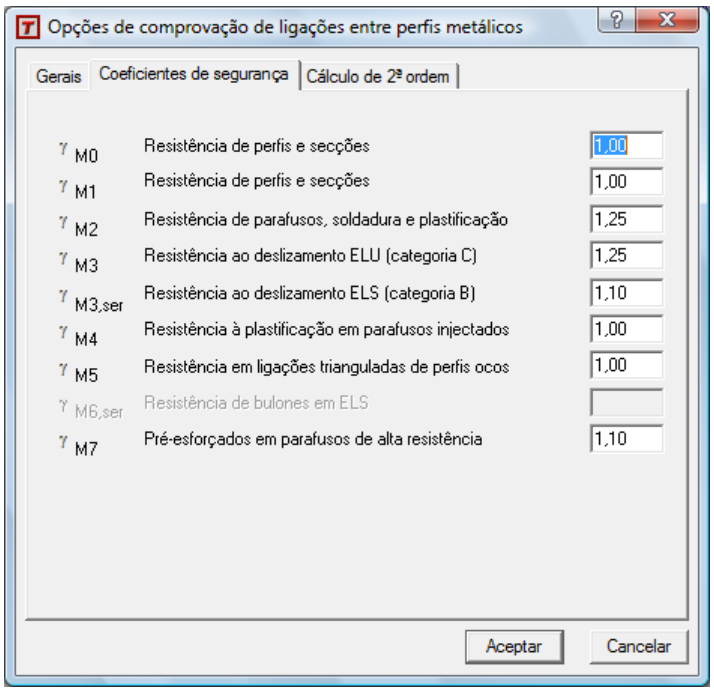
Comprovação de deslizamento em parafusos pré-esforçados, define-se o estado limite no qual se pretende comprovar ao deslizamento os parafusos pré-esforçados, de acordo com o capítulo 3.9.1 da EN 1993-1-8:2005.

- Grupo **Ligações soldadas**

Este grupo de opções utilizam-se sempre, dando a possibilidade de variar a espessura da garganta ao longo do cálculo em função do grau de optimização pretendido. É possível que, se uma ligação está atribuída a distintos pontos de uma estrutura, seja necessário dissociar a ligação caso alguma destas opções esteja assinalada e se produza alguma alteração na espessura da garganta das soldaduras. Esta dissociação produzir-se-á de forma automática.

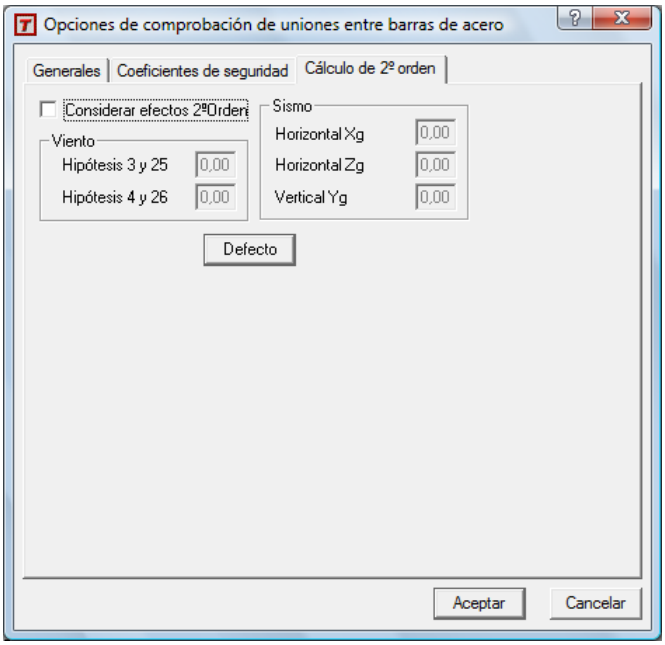
Separador "Coeficientes de Segurança"

Neste segundo separador, exibem-se os coeficientes de segurança manipulados na norma EN 1993-1-8:2005. Caso se esteja utilizando a norma portuguesa ou o CTE, γ_{M0}, γ_{M1} e γ_{M2} não se podem alterar desde esta caixa de diálogo, por ser característica dos materiais utilizados. Caso se pretendam alterar é necessário fazê-lo a partir da função **Cálculo>Materiais** no separador **Aço estrutural**.



Separador "Cálculo 2º ordem"

Este separador serve para introduzir os coeficientes de amplificação pretendidos para a consideração dos efeitos de segunda ordem. É igual ao separador existente nas opções gerais das comprovações de barras de aço.



Tipos de parafusos

T-Connect dá a possibilidade de trabalhar com parafusos de métricas EC3 e métricas ASTM.

Na métrica EC3 existem os seguintes diâmetros: 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 27 e 30 mm. Os tipos de resistência que se podem seleccionar são os correspondentes à tabela 3.1 da EN 1993-1-8:2005 e reproduzem-se abaixo:

Tipo	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9
fyb (N/mm²)	240	320	300	400	480	640	900
fub (N/mm²)	400	400	500	500	600	800	1000

No caso de seleccionar a métrica ASTM, existem os seguintes diâmetros: ½", ⅝ ", ¾", ⅞ ", 1", 1 ⅛ ", 1 ¼", 1 ⅜ " e 1 ½". As resistências suportadas são: A325 e A490 e os limites elásticos e último de acordo com a NB-14/1986 são:

Tipo	Limite elástico (MPa)	Limite último (MPa)	Diâmetro (polegadas)
A325	635	825	<= 1
	560	725	> 1
A490	895	1035	Todos

O diâmetro das cabeças dos parafusos está de acordo com a norma EN-24014 e EN-24017 no caso de seleccionar a métrica EC3 e segundo a ASTM se seleccionarmos a sua métrica. As anilhas ajustam-se às normas ISO 7089, se a métrica é o EC3 e ASTM-F436 para parafusos com métrica ASTM.

Os diâmetros dos furos para os parafusos estão pré-definidos de acordo com a seguinte tabela, ainda que o utilizador possa modificá-los caso assim o pretenda:

Métrica EC3:

Diâmetro parafuso(mm)	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
Diâmetro furo(mm)	9	11	13	15	18	20	22	24	26	30	33

Métrica ASTM:

Diâmetro parafuso (polegadas)	½	$\frac{5}{8}$	¾	$\frac{7}{8}$	1	$1\frac{1}{8}$	1 ¼"	$1\frac{3}{8}$	1 ½
Diâmetro furo (mm)	14	17	21	25	28	32	35	38	41

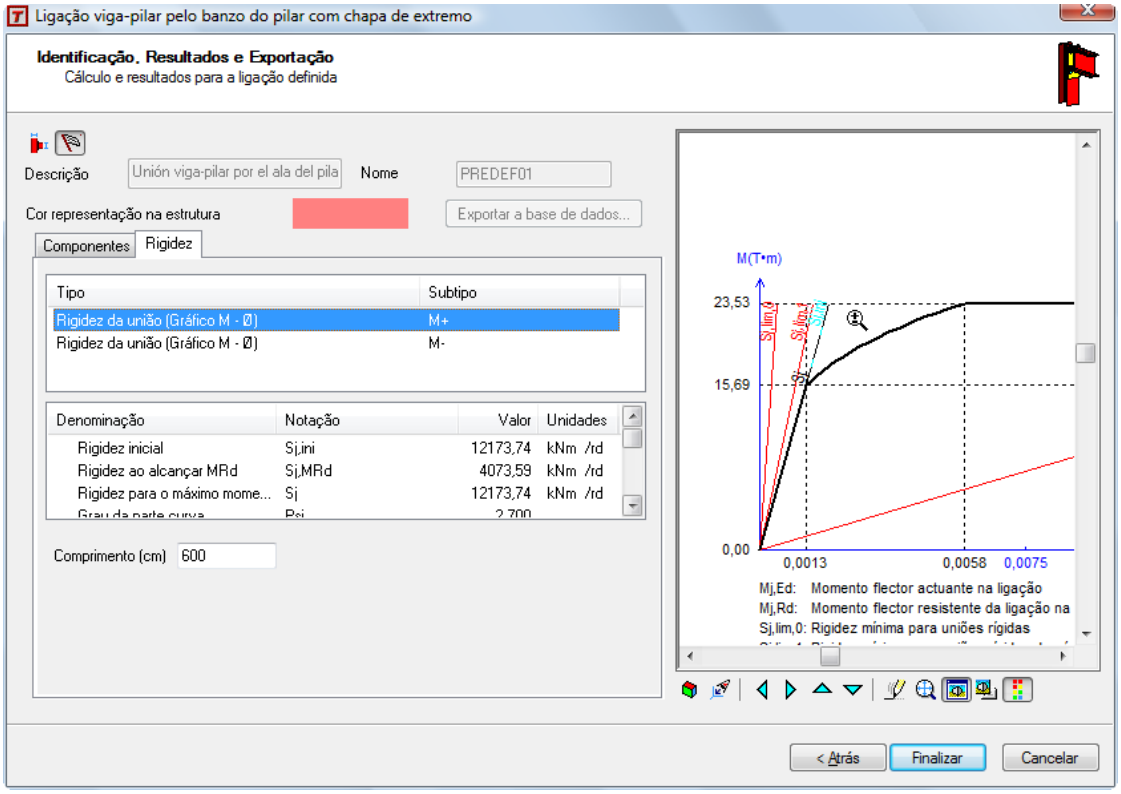
Cálculo da rigidez da ligação em T-Connect

O programa calcula a rigidez de algumas ligações de ***T-Connect 1 e 2***, de acordo com o capítulo 6 da norma EN 1993-1-8:2005. A rigidez expressa-se na forma de gráfico Momento – Rotação e indica a rotação relativa entre as barras da ligação que se produzirá para cada momento actuante na barra unida.

As ligações para que é possível calcular a rigidez são (para o resto de casos possíveis de calcular com T-Connect, a norma EN-1993-1-8:2005 não indica como calcular a sua rigidez):

- Ligação viga – pilar pela face do pilar soldada.
- Ligação viga – pilar pela face do pilar com chapa de extremo.
- Ligação viga – viga enfrentadas aparafusadas.

Em todos os casos, a rigidez calcula-se para momentos Mz, podendo ser diferente para momentos positivos (tracções na face inferior da viga) e negativos (tracções na face superior da viga).



Dentro do assistente de ligações, no separador de 'Identificação, Resultados e Exportação', aparece um novo separador 'Rigidez' que permite visualizar o gráfico Momento – Rotação da ligação para o esforço considerado, assim como os seus valores numéricos relevantes.

No campo **Comprimento** permite definir o comprimento da viga (distância entre esta ligação e o pilar ou elemento que sirva de apoio ao extremo oposto da viga). Se a ligação provém de uma estrutura de Tricalc, o valor inicialmente mostrado corresponde ao comprimento da viga. Este valor introduzido só intervém na determinação da fronteira entre ligação rígida, semi-rígida e articulada.

Classificação da ligação pela sua rigidez

De acordo com o capítulo 5.2.2 da norma europeia EN 1993-1-8:2005, as ligações classificam-se em rígidas, semi-rígidas ou articuladas, com base na sua rigidez inicial, $S_{j,ini}$.

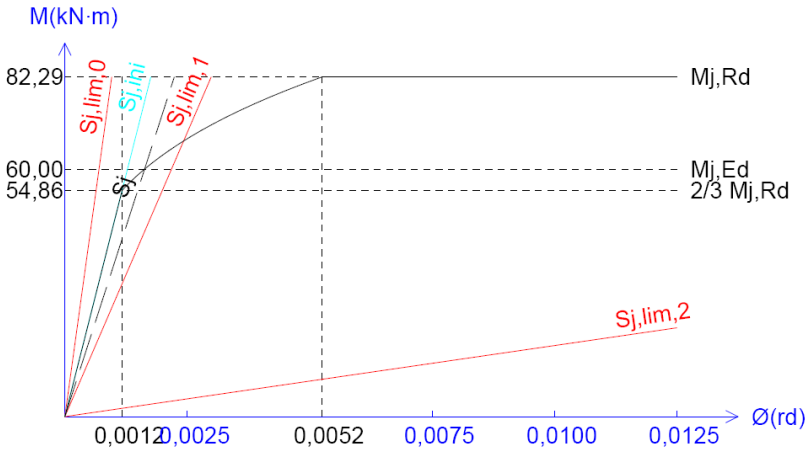
A fronteira entre os diferentes tipos é:

$S_{j,lim,0} = 25 \cdot E \cdot I_b / L_b$

$S_{j,lim,1} = 8 \cdot E \cdot I_b / L_b$

$S_{j,lim,2} = 0{,}5 \cdot E \cdot I_b / L_b$

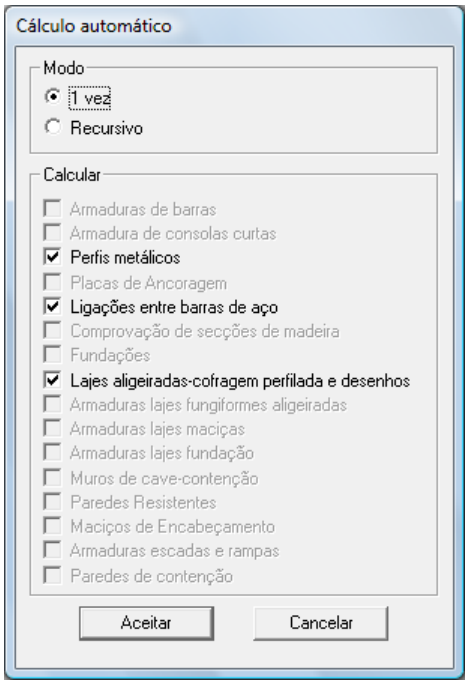
No relatório de ligações também aparecem os gráficos Momento – Rotação, como mostra a imagem seguinte. Nela indicam-se estes limites. Os elementos e valores mais importantes são:



Opção	Descrição
$M_{j,Rd}$	Momento resistente da ligação. A partir do momento $2/3 \cdot M_{j,Rd}$, o comportamento da ligação deixa de ser elástico linear.
$M_{j,Ed}$	Máximo momento actuante na ligação. A sua intersecção com o gráfico M – Ø marca o ponto por onde passa a recta S_j.
S_j	Rigidez da ligação correspondente ao momento máximo actuante.
$S_{j,ini}$	Rigidez inicial da ligação. Utiliza-se para classificar o tipo de ligação.
E	Módulo de Young do material.
I_b	Inércia da viga para o momento considerado. Corresponde a I_z no programa.
L_b	Comprimento da viga.
$S_{j,lim,0}$	Fronteira entre ligações rígidas e semi-rígidas quando o sistema de travamento do pórtico reduz o seu deslocamento horizontal em menos de 80%.
$S_{j,lim,1}$	Fronteira entre ligações rígidas e semi-rígidas quando o sistema de travamento do pórtico reduz o seu deslocamento horizontal ao menos em 80%.
$S_{j,lim,2}$	Fronteira entre as ligações semi-rígidas e as articuladas.

Cálculo automático

Quando se solicita a função **Cálculo>Cálculo Automático**, pode-se seleccionar entre as tarefas a realizar a comprovação de todas as ligações atribuídas até esse momento, através da opção **Ligações entre barras de aço**.



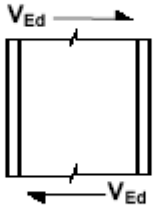
Método de cálculo das componentes *T- Connect* 1 e 2

Para as comprovações das diferentes ligações utilizou-se o método dos componentes descrito na EN 1993-1-8:2005. Esse método consiste na divisão da ligação numa série de componentes básicos. Seguidamente enunciam-se e desenvolvem-se os utilizados em ***T-Connect 1 e 2*.**

Explicam-se também as alternativas de cálculo quando o método dos componentes da EN 1993-1-8:2005 não consegue resolver o caso definido. Anexam-se as imagens da tabela 6.1 da mencionada norma que são de interesse para o ***T-Connect 1 e 2,*** no que se refere à figura como ao capítulo da norma na qual se realizam as comprovações. Na memória de cálculo do programa faz-se referência à notação utilizada neste capítulo.

Componente *"Painel da alma do pilar ao corte"*

Estuda-se de acordo com a EN 1993-1-8:2005, capítulo 6.2.6.1.

Column web panel in shear		6.2.6.1

A esbelteza da alma do pilar deve cumprir d / tw $\leq 69\cdot\varepsilon$.

O transverso de cálculo, Vwp,Ed, calcula-se de acordo com o (5.3).

No caso de ligações pilar – 1 viga ou de ligações pilar – 2 vigas de altura similar, sem rigidificadores da alma do pilar, a resistência é:

$$V_{wp,Rd} = \frac{0{,}9\cdot f_{y,wc}\cdot A_{vc}}{\sqrt{3}\cdot\gamma_{M0}} \qquad (6.7)$$

sendo

Avc área ao corte do pilar. Em ***T-Connect*** este valor obtém-se da base de dados de secções.

Para aumentar a resistência deste componente, podem-se utilizar rigidificadores ou chapas de reforço da alma, porém nunca ambos os sistemas de reforço em simultâneo.

Caso se utilizem rigidificadores de alma tanto na zona de compressão como de tracção (em ligações soldadas devem colocar-se no prolongamento dos banzos das vigas), incrementa-se a resistência ao corte do painel da alma em:

$$V_{wp,add,Rd} = \frac{4\cdot M_{pl,fc,Rd}}{d_s} \not> \frac{2\cdot M_{pl,fc,Rd} + 2\cdot M_{pl,st,Rd}}{d_s} \qquad (6.8)$$

, onde

d_s	distância a eixos entre os rigidificadores;
$M_{pl,fc,Rd}$	momento plástico resistente de cada banzo da coluna;
$M_{pl,st,Rd}$	momento plástico resistente de cada rigidificador;

No caso de rigidificadores inclinados (necessários nas ligações pilar – 2 vigas de diferente altura) remete-se para a EN 1993-1-1. Dado que não se indica como proceder neste caso, utiliza-se o indicado no capítulo 62.1.4 do Documento 0 da EAE (Instrução de Aço Estrutural, actualmente em preparação), através da fórmula:

$$A_d = \frac{d}{\sqrt{3}}\left(\frac{\sqrt{3}\gamma_{M0}M_{des}}{f_y\left(h_c - 2t_{fc}\right)\left(h_b - 2t_{fb}\right)} - t_{wc}\right)$$

, onde:

Ad	área da parelha de rigidificadores oblíquos
γ_{M0}	coeficiente de segurança assinalado nas opções de cálculo (ver *Opções de cálculo*).
$M_{des} = M_{s1} - M_{s2}$	sendo M_{s1} e M_{s2} os momentos flectores nas vigas de um e outro lado do nó.
fy	limite elástico.
hc	altura do pilar.
tfc	espessura do banzo do pilar.
hb	altura da viga.
tfb	espessura do banzo da viga.

Caso se suplemente a alma com uma chapa de alma num lado, a área ao corte, A_{vc}, incrementa-se de $b_s\cdot t_{wc}$. Não se ganha área de corte colocando outra chapa no outro lado da alma. Cumprir-se-á:

- A sua largura horizontal, b_s, deve chegar até à soldadura do banzo ou à curva de concordância do banzo.
- A sua altura, ℓ_s, deve cobrir a altura eficaz da zona comprimida e traccionada ($b_{eff,c}$ e $b_{eff,t}$) da alma.

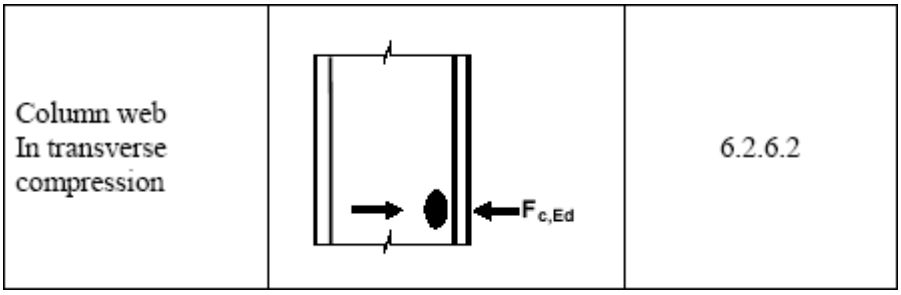
- A sua espessura não será inferior à espessura da alma ($t_s \geq t_{wc}$). Além disso, $t_s \geq b_s / (40 \cdot \varepsilon)$, para assim não necessitar de parafusos ou soldaduras por pontos intermédios.
- Terá o mesmo grau que o pilar.

Nesta comprovação, o programa indica os seguintes valores:

T-Connect	EN 1993	Unidades	
Vwp,Rd	Vwp,Rd	T ou kN	Resistência ao corte do painel da alma do pilar
Vwp,Ed	Vwp,Ed	T ou kN	Transverso de desenho no painel da alma do pilar
Vwp,Ed/Vwp,Rd	Vwp,Ed / Vwp,Rd	%	Relação entre o transverso actuante e o resistente, no painel da alma do pilar
Beta,1	$\beta 1$		Parâmetro de transformação que mede a influência do transverso da viga 1 na resistência da alma do pilar
Z	z	mm	Braço da alavanca do momento actuante na viga
dw,c/tw,c	dwc / twc		Esbelteza da alma do pilar
69·Epsilon	$69 \cdot \varepsilon$		Máxima esbelteza admissível da alma do pilar

Componente *"Alma do pilar em compressão transversal (horizontal)"*

Estuda-se de acordo com a EN 1993-1-8:2005, capítulo 6.2.6.2.



A resistência à compressão transversal (horizontal) da alma do pilar sem rigidificadores é:

$$F_{c,wc,Rd} = \frac{\omega \cdot k_{wc} \cdot b_{eff,c,wc} \cdot t_{wc} \cdot f_{y,wc}}{\gamma_{M0}} \not> \frac{\omega \cdot k_{wc} \cdot \rho \cdot b_{eff,c,wc} \cdot t_{wc} \cdot f_{y,wc}}{\gamma_{M1}} \quad (6.9)$$

Ligações soldadas → $b_{eff,c,wc} = t_{fb} + 2^{3/2} \cdot a_b + 5 \cdot (t_{fc} + s)$ (6.10)

Ligações aparafusadas com chapa de extremo → $b_{eff,c,wc} = t_{fb} + 2^{3/2} \cdot a_p + 5 \cdot (t_{fc} + s) + s_p$ (6.11)

Ligação aparafusada com angular de banzo → $b_{eff,c,wc} = 2 \cdot t_a + 0{,}6 \cdot r_a + 5 \cdot (t_{fc} + s)$ (6.12)

$$\overline{\lambda}_p \leq 0{,}72 \Rightarrow \rho = 1{,}0 \quad (6.13.a)$$

$$\bar{\lambda}_p > 0{,}72 \Rightarrow \rho = \frac{\left(\bar{\lambda}_p - 0{,}2\right)}{\bar{\lambda}_p^2} \qquad (6.13.b)$$

$$\bar{\lambda}_p = 0{,}932\sqrt{\frac{b_{eff,c,wc}\cdot d_{wc}\cdot f_{y,wc}}{E\cdot t_{wc}^2}} \qquad (6.13.c)$$

, onde

ω	factor redutor por interacção com o transverso (ver tabela 6.3)
$b_{eff,c,wc}$	largura efectiva da alma do pilar em compressão
s	= r_c para pilares em I ou H laminados = $2^{0,5}\cdot a_c$ para pilares em I ou H soldados
a_b, a_c, a_p	garganta de soldadura da viga, pilar e chapa de extremo respectivamente
r_a, r_c	raio de concordância da angular de apoio e do pilar respectivamente
t_a, t_{fb}, t_{fc}	espessura do banzo da angular de apoio, viga e pilar respectivamente
ρ	factor redutor por encurvadura da alma do pilar
$\bar{\lambda}_p$	esbelteza reduzida do painel da alma do pilar
d_{wc}	altura plana da alma do pilar: = $h_c - 2\cdot(t_{fc} + r_c)$ para perfis laminados em I ou H = $h_c - 2\cdot(t_{fc} + 2^{0,5}\cdot a_c)$ para perfis soldados em I ou H
k_{wc}	factor redutor por compressões verticais no pilar: $\sigma_{com,Ed} \le 0{,}7\cdot f_{y,wc} \rightarrow 1$ $\sigma_{com,Ed} > 0{,}7\cdot f_{y,wc} \rightarrow 1{,}7 - \sigma_{com,Ed} / f_{y,wc}$
$\sigma_{com,Ed}$	tensão de compressão vertical derivada dos esforços do pilar na fibra da alma junto ao início da curva ou soldadura do banzo
A_{vc}	área de corte do pilar

Tabela 6.3: Factor redutor ω para a interacção com o transverso

Parâmetro β (ver 5.3)	Factor redutor ω
$0{,}0 \le \beta \le 0{,}5$	$\omega = 1$
$0{,}5 < \beta < 1{,}0$	$\omega = \omega_1 + 2\cdot(1-\beta)\cdot(1-\omega_1)$
$\beta = 1$	$\omega = \omega_1$
$1 < \beta < 2$	$\omega = \omega_1 + (\beta - 1)\cdot(\omega_2 - \omega_1)$
$\beta = 2$	$\omega = \omega_2$

$$\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{1 + 1{,}3\cdot\left(b_{eff,c,wc}\cdot t_{wc}/A_{vc}\right)^2}}$$

$$\omega_2 = \frac{1}{\sqrt{1 + 5{,}2\cdot\left(b_{eff,c,wc}\cdot t_{wc}/A_{vc}\right)^2}}$$

Para aumentar a resistência deste componente, podem-se utilizar rigidificadores ou chapas de reforço da alma, porém nunca ambos os sistemas de reforço em simultâneo.

Podem-se utilizar rigidificadores transversais e/ou diagonais para aumentar a resistência. Em ligações soldadas, devem alinhar-se com o banzo da viga. Em ligações aparafusadas, devem alinhar-se com o centro de compressões.

Podem utilizar-se chapas de reforço da alma do pilar de dimensões segundo 6.2.6.1, e:

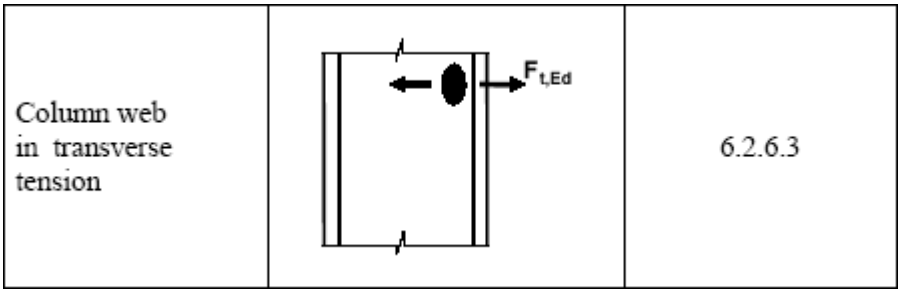
- Com chapa de um lado, a espessura da alma assume-se como 1,5·twc.
- Com chapa em ambos os lados, a espessura da alma assume-se como 2,0·twc.
- Para obter ω, Avc calcula-se segundo 6.2.6.1: Avc aumenta-se em bs·twc.

Nesta comprovação, o programa indica os seguintes valores (alguns valores aparecerão ou não dependendo de existirem rigidificadores ou não):

T-Connect	EN 1993	Unidades	
beff,c,wc	beff,c,wc	mm	Largura efectiva da alma do pilar em compressão
Beta,1	β1		Parâmetro de transformação que mede a influência do transverso da viga 1 na resistência da alma do pilar
omega	ω		Factor redutor por interacção com o transverso (ver tabela 6.3)
kwc	kwc		Factor redutor por compressões verticais no pilar
Ar	Ar	cm²	Área da secção dos rigidificadores
Fc,wc,Rd	Fc,wc,Rd	T ou kN	Compressão resistente da alma do pilar
Fc,wc,Ed	Fc,wc,Ed	T ou kN	Compressão de desenho na alma do pilar
Fc,wc,Ed/Fc,wc,Rd	Fc,wc,Ed / Fc,wc,Rd	%	Relação entre a compressão de desenho e a resistente na alma do pilar

Componente *"Alma do pilar em tracção transversal (horizontal)"*

Estuda-se de acordo com a EN 1993-1-8:2005, capítulo 6.2.6.3.



A resistência à tracção transversal (horizontal) da alma do pilar sem rigidificadores é:

$$F_{t,wc,Rd} = \frac{\omega \cdot b_{eff,t,wc} \cdot t_{wc} \cdot f_{y,wc}}{\gamma_{M0}} \qquad (6.15)$$

Ligações soldadas → $b_{eff,t,wc} = t_{fb} + 2^{3/2} \cdot a_b + 5 \cdot (t_{fc} + s)$ (6.16)

Para ligações aparafusadas → $b_{eff,t,wc} = \ell_{eff}$; sendo ℓ_{eff} o comprimento eficaz da secção em T equivalente que representa o banzo d pilar segundo 6.2.6.4, onde os termos ω, s, …, assumem-se como indicado em 6.2.6.2. Nas expressões de ω_1 e ω_2, substitui-se $b_{eff,c,wc}$ por $b_{eff,t,wc}$.

Para aumentar a resistência deste componente, podem-se utilizar rigidificadores ou chapas de reforço da alma, porém nunca ambos os sistemas de reforço em simultâneo.

Podem-se utilizar rigidificadores transversais ou diagonais para aumentar à resistência. Nas ligações soldadas devem alinhar-se com o banzo da viga em tracção.

Podem-se utilizar chapas de reforço da alma do pilar de espessura ts segundo 6.2.6.1. Então, a espessura eficaz da alma do pilar, tw,eff, será:

- Se a soldadura longitudinal é de topo de penetração completa com garganta a $\geq t_s$:

  uma só chapa → $t_{w,eff} = 1{,}5 \cdot t_{wc}$ (6.17)

  chapas em ambos os lados → $t_{w,eff} = 2 \cdot t_{wc}$ (6.18)

- Se a soldadura longitudinal é em ângulo com garganta a $\geq t_s / 2^{0,5}$ (seja 1 ou duas chapas):

  Aço de grau até S 355 → $t_{w,eff} = 1{,}4 \cdot t_{wc}$ (6.19.a)

  Aço de grau desde S 420 → $t_{w,eff} = 1{,}3 \cdot t_{wc}$ (6.19.b)

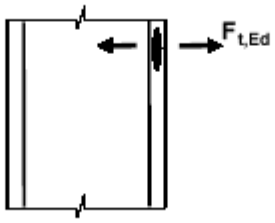
- Para obter ω, A_{vc} calcula-se segundo 6.2.6.1: A_{vc} aumenta-se em $b_s \cdot t_{wc}$.

Nesta comprovação, o programa indica os seguintes valores (alguns valores aparecerão ou não dependendo da existência de rigidificadores ou reforços da alma):

T-Connect	EN 1993	Unidades	
a,L	aL	mm	Garganta de soldadura do lado longitudinal da chapa de reforço da alma, se esta é em ângulo. Indica-se se esta espessura cumpre ou não as limitações indicadas nesta comprovação
beff,t,wc	beff,t,wc	mm	Largura efectiva da alma do pilar em tracção
Beta,1	β1		Parâmetro de transformação que mede a influência do corte da viga 1 na resistência da alma do pilar
omega	ω		Factor redutor por interacção com o transverso (ver tabela 6.3)
Ar	Ar	cm²	Área da secção dos rigidificadores
Ft,wc,Rd	Ft,wc,Rd	T ou kN	Tracção resistente da alma do pilar
Ft,wc,Ed	Ft,wc,Ed	T ou kN	Tracção de desenho na alma do pilar
Ft,wc,Ed/Ft,wc,Rd	Ft,wc,Ed / Ft,wc,Rd	%	Relação entre a tracção de desenho e a resistente na alma do pilar

Componente *"Banzo do pilar em flexão"*

Estuda-se de acordo com a EN 1993-1-8:2005, capítulo 6.2.6.4.

Column flange in bending		6.2.6.4

Os modos de rotura que se mencionam adiante correspondem com os modos de falha do banzo de um T-stub equivalente descritos no capítulo 6.2.4 da EN 1993-1-8:2005:

- **Modo 1:** plastificação completa do banzo.
- **Modo 2:** Falha do parafuso com plastificação do banzo.
- **Modo 3:** Falha do parafuso.

Banzos de pilares não rigidificados em ligações aparafusadas

A falha da zona do banzo com parafusos traccionados deve estudar-se através de secções em T equivalentes:

- para cada fila de parafusos traccionados
- para o conjunto de filas de parafusos traccionados

O valor de e, e_{min} e m para definir a secção em T equivalente indicam-se na figura 6.8. O valor de ℓ_{eff} para esta secção em T equivalente, indica-se na tabela 6.4.

Tabela 6.4: Comprimentos efectivos, ℓ_{eff}, para banzos de pilares não rigidificados

Posição da fila de parafusos	Fila de parafusos considerada Individualmente		Fila de parafusos como pertencente a um grupo	
	ℓeff,cp	ℓeff,nc	ℓeff,cp	ℓeff,nc
Fila interior	$2\cdot\pi\cdot m$	$4\cdot m + 1{,}25\cdot e$	$2\cdot p$	p
Fila extrema	mínimo de: $2\cdot\pi\cdot m$ $\pi\cdot m + 2\cdot e1$	mínimo de: $4\cdot m + 1{,}25\cdot e$ $2\cdot m + 0{,}625\cdot e + e1$	mínimo de: $\pi\cdot m + p$ $2\cdot e1 + p$	mínimo de: $2\cdot m + 0{,}625\cdot e + 0{,}5\cdot p$ $e1 + 0{,}5\cdot p$

Modo de rotura	Fila de parafusos considerada Individualmente	Fila de parafusos como pertencentes a um grupo
Modo 1	ℓeff,1 = mínimo (ℓeff,nc ; ℓeff,cp)	∑ℓeff,1 = mínimo (∑ℓeff,nc ; ∑ℓeff,cp)
Modo 2	ℓeff,2 = ℓeff,nc	∑ℓeff,2 = ∑ℓeff,nc

onde

e	distância horizontal entre o eixo do parafuso e o bordo do banzo do pilar;
emin	mínimo valor entre 'e' e a distância horizontal entre o eixo do parafuso e o bordo da chapa de extremo da viga ou da angular de apoio da viga;
e1	distância vertical entre o eixo do parafuso extremo e o bordo da chapa de extremo da viga ou angular de apoio da chapa;
m	distância horizontal entre o eixo do parafuso e a face da alma do pilar menos: 0,8·rc se é laminado, ou 0,8·20,5·se é soldado;

p	distância vertical entre filas de parafusos.

Banzos de pilares rigidificados em ligações aparafusadas (com placa de extremo ou angulares de banzo)

A falha da zona do banzo com parafusos traccionados deve estudar-se através de secções em T equivalentes:

- para cada fila de parafusos traccionados
- para o conjunto de filas de parafusos traccionados

Os rigidificadores servem de fronteira entre as diferentes secções em T equivalentes a estudar. O valor de e, e_{min} e m para definir a secção em T equivalente indicam-se na figura 6.8. O valor de ℓ_{eff} para esta secção em T equivalente, na tabela 6.5, com α da figura 6.11.

Os rigidificadores devem cumprir 6.2.6.1.

Tabela 6.5: Comprimentos efectivos, ℓ_{eff}, para banzos de pilares rigidificados

Posição da fila de parafusos	Fila de parafusos considerada Individualmente		Fila de parafusos como pertencente a um grupo	
	ℓeff,cp	ℓeff,nc	ℓeff,cp	ℓeff,nc
Fila interior junto a rigidificador	$2\cdot\pi\cdot m$	$\alpha\cdot m$	$\pi\cdot m + p$	$0{,}5\cdot p + \alpha\cdot m - (2\cdot m + 0{,}625\cdot e)$
Outras filas Interiores	$2\cdot\pi\cdot m$	$4\cdot m + 1{,}25\cdot e$	$2\cdot p$	P
Outras filas Extremas	mínimo de: $2\cdot\pi\cdot m$ $\pi\cdot m + 2\cdot e1$	mínimo de: $4\cdot m + 1{,}25\cdot e$ $2\cdot m + 0{,}625\cdot e + e1$	mínimo de: $\pi\cdot m + p$ $2\cdot e1 + p$	mínimo de: $2\cdot m + 0{,}625\cdot e + 0{,}5\cdot p$ $e1 + 0{,}5\cdot p$
Fila extrema junto a rigidificador	mínimo de: $2\cdot\pi\cdot m$ $\pi\cdot m + 2\cdot e1$	$e1 + \alpha\cdot m - (2\cdot m + 0{,}625\cdot e)$	não relevante	não relevante

Modo de Rotura	Fila de parafusos considerada individualmente	Fila de parafusos como pertencente a um grupo
Modo 1	ℓeff,1 = mínimo (ℓeff,nc ; ℓeff,cp)	∑ℓeff,1 = mínimo (∑ℓeff,nc ; ∑ℓeff,cp)
Modo 2	ℓeff,2 = ℓeff,nc	∑ℓeff,2 = ∑ℓeff,nc

onde

α	gráfico 6.11 em função de $\lambda1$ e $\lambda2$;
$\lambda1$	= m / (m + e);
$\lambda2$	= m² / (m + e);
$m1$	distância vertical entre o eixo do parafuso e a face do rigidificador menos 0,8·20,5·a sendo a garganta da soldadura do rigidificador na alma do pilar;

Banzos de pilares não rigidificados nas ligações soldadas

A resistência à flexão do banzo do pilar devida à tracções ou compressões do banzo da viga, será:

$F_{fc,Rd} = b_{eff,b,fc}\cdot t_{fb}\cdot f_{y,fb} / \gamma_{M0}$ (6.20)

onde

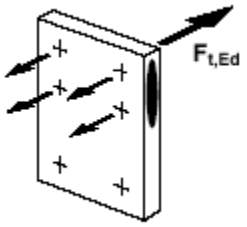
$b_{eff,b,fc}$	largura efectiva b_{eff} segundo 4.10 considerando o banzo da viga como uma chapa.

Nesta comprovação, o programa indica os seguintes valores (alguns valores aparecerão ou não dependendo de que existam rigidificadores ou se a ligação é soldada ou aparafusada):

T-Connect	EN 1993	Unidades	
F,fc,Ed	Ffc,Ed	T ou kN	Axial de desenho, de compressão ou tracção, que provoca a flexão do banzo do pilar (ligação soldada)
F,fc,Rd	Ffc,Rd	T ou kN	Axial resistente, de compressão ou tracção, devido à flexão do banzo do pilar (ligação soldada)
beff,b,fc	beff,b,fc	Mm	Largura efectiva beff segundo 4.10 considerando o banzo da viga como uma chapa (ligação soldada)
I	i		Fila de parafusos (numerando a partir de 1 desde a fila superior) péssima para esta comprovação
Ft,fc,Ed,i	Ft,fc,Ed,i	T ou kN	Tracção actuante na fila 'i' de parafusos devida à flexão do banzo do pilar
FT,fc,1,Rd,i	FT,fc,1,Rd,i	T ou kN	Tracção transversal resistente do banzo do pilar no Modo 1 de rotura e a fila 'i' de parafusos
FT,fc,2,Rd,i	FT,fc,2,Rd,i	T ou kN	Tracção transversal resistente do banzo do pilar no Modo 2 de rotura e na fila 'i' de parafusos
FT,fc,3,Rd,i	FT,fc,3,Rd,i	T ou kN	Tracção transversal resistente do banzo do pilar no Modo 3 de rotura e na fila 'i' de parafusos
FT,fc,Rd,i	FT,fc,Rd,i	T ou kN	Tracção transversal resistente do banzo do pilar e a fila 'i' de parafusos (menor valor dos 3 modos de rotura possíveis)
Ft,fc,Ed	Ft,fc,Ed	T ou kN	Tracção transversal actuante no banzo do pilar no grupo péssimo de parafusos
FT,fc,1,Rd	FT,fc,1,Rd	T ou kN	Tracção transversal resistente do banzo do pilar no Modo 1 de rotura e no grupo péssimo de parafusos
FT,fc,2,Rd	FT,fc,2,Rd	T ou kN	Tracção transversal resistente do banzo do pilar no Modo 2 de rotura e no grupo péssimo de parafusos
FT,fc,3,Rd	FT,fc,3,Rd	T ou kN	Tracção transversal resistente do banzo do pilar no Modo 3 de rotura e no grupo péssimo de parafusos
FT,fc,Rd	FT,fc,Rd	T ou kN	Tracção transversal resistente do banzo do pilar no grupo péssimo de parafusos (menor valor dos 3 modos de rotura possíveis)
F,fc,Ed/F,fc,Rd	Ffc,Ed / Ffc,Rd	%	Relação entre o axial de desenho e o resistente na flexão do banzo do pilar

Componente *"Placa de extremo em flexão"*

Estuda-se de acordo com a EN 1993-1-8:2005, capítulo 6.2.6.5.

End-plate in bending		6.2.6.5

A falha da placa de extremo com parafusos traccionados deve estudar-se através de secções em T equivalentes:

- para cada fila de parafusos traccionados
- para o conjunto de filas de parafusos traccionados

Os banzos da viga (ou rigidificadores horizontais nessa zona) dividem grupos de parafusos que devem estudar-se em separado como secções em T equivalentes, nas quais a alma da viga é a alma do T.

As extensões da placa de extremo (zona por fora dos banzos da viga) estudam-se como secções em T equivalentes nas quais a alma do T é o banzo da viga. Neste caso:

- *e* e *m* substituem por ex (distância vertical entre o eixo do parafuso e o bordo horizontal exterior da chapa) e mx (distância vertical entre o eixo do parafuso e o banzo da viga menos 0,8·20,5·a).
- *ℓeff* assume-se como a metade da largura da placa: ℓeff = ½·bp.
- *p* (distância vertical entre eixos de parafusos) substitui-se por w (distância horizontal entre eixos de parafusos).
- *emin* (mínimo entre a distância horizontal entre o parafuso e o bordo da placa ou do banzo do pilar) substitui-se por ex.

Tabela 6.6: Comprimentos efectivos, ℓ_{eff}, para chapas de extremo

Posição da fila de parafusos	Fila de parafusos considerada individualmente		Fila de parafusos como pertencente a um grupo	
	ℓeff,cp	ℓeff,nc	ℓeff,cp	ℓeff,nc
Fila exterior ao banzo traccionado da viga	mínimo de: 2·π·mx π·mx + w π·mx + 2·e	mínimo de: 4·mx + 1,25·ex e + 2·mx + 0,625·ex 0,5·bp 0,5·w + 2·mx + 0,625·ex	---	---
Fila interior junto ao banzo Traccionado	2·π·m	α·m	π·m + p	0,5·p + α·m – – (2·m + 0,625·e)
Outras filas interiores	2·π·m	4·m + 1,25·e	2·p	P
Outras filas extremo	2·π·m	4·m + 1,25·e	π·m + p	2·m + 0,625·e + 0,5·p

Modo de rotura	Fila de parafusos considerada individualmente	Fila de parafusos como pertencente a um grupo
Modo 1	ℓeff,1 = mínimo (ℓeff,nc ; ℓeff,cp)	∑ℓeff,1 = mínimo (∑ℓeff,nc ; ∑ℓeff,cp)
Modo 2	ℓeff,2 = ℓeff,nc	∑ℓeff,2 = ∑ℓeff,nc

onde

α	gráfico 6.11 em função de λ1 e λ2;
λ1	= m / (m + e);
λ2	= m² / (m + e);
m1	distância vertical entre o eixo do parafuso e a face do banzo menos 0,8·20,5·a sendo a a garganta da soldadura do banzo na chapa de extremo;

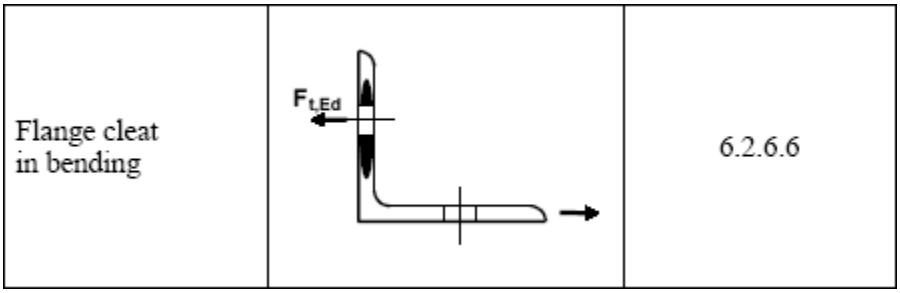
Nesta comprovação, o programa indica os seguintes valores (alguns valores aparecerão ou não dependendo da existência de rigidificadores ou se a ligação é soldada ou aparafusada):

T-Connect	EN 1993	Unidades	
i	i		Fila de parafusos (numerando a partir de 1 desde a fila superior) péssima para esta comprovação
Ft,ep,Ed,i	Ft,ep,Ed,i	T ou kN	Tracção actuante na fila 'i' de parafusos devida à flexão da chapa de extremo
FT,ep,1,Rd,i	FT,ep,1,Rd,i	T ou kN	Tracção transversal resistente da chapa de extremo no Modo 1 de rotura e na fila 'i' de parafusos
FT,ep,2,Rd,i	FT,ep,2,Rd,i	T ou kN	Tracção transversal resistente da chapa de extremo no Modo 2 de rotura e a fila 'i' de parafusos
FT,ep,3,Rd,i	FT,ep,3,Rd,i	T ou kN	Tracção transversal resistente da chapa de extremo no Modo 3 de rotura e a fila 'i' de parafusos
FT,ep,Rd,i	FT,ep,Rd,i	T ou kN	Tracção transversal resistente da chapa de extremo e da fila 'i' de parafusos (menor valor dos 3 modos de rotura possíveis)
Ft,ep,Ed	Ft,ep,Ed	T ou kN	Tracção transversal actuante na chapa de extremo no grupo péssimo de parafusos
FT,ep,1,Rd	FT,ep,1,Rd	T ou kN	Tracção transversal resistente da chapa de extremo no

			Modo 1 de rotura e no grupo péssimo de parafusos
FT,ep,2,Rd	FT,ep,2,Rd	T ou kN	Tracção transversal resistente da chapa de extremo no Modo 2 de rotura e no grupo péssimo de parafusos
FT,ep,3,Rd	FT,ep,3,Rd	T ou kN	Tracção transversal resistente da chapa de extremo no Modo 3 de rotura e no grupo péssimo de parafusos
FT,ep,Rd	FT,ep,Rd	T ou kN	Tracção transversal resistente da chapa de extremo no grupo péssimo de parafusos (menor valor dos 3 modos de rotura possíveis)
F,ep,Ed/F,ep,Rd	Fep,Ed / Fep,Rd	%	Relação entre o axial de desenho e o resistente na flexão da chapa de extremo

Componente *"Lado de angular em flexão"*

O lado o 'perna' da angular unida à alma do pilar estuda-se de acordo com a EN 1993-1-8:2005, capítulo 6.2.6.6.



Caso a angular esteja soldada ao pilar, realiza-se uma simulação baseada no mesmo capítulo. Ainda que a norma EN 1993-1-8:2005 só contemple o caso de ângulares aparafusadas aos banzos da viga, no ***T-Connect*** estas angulares estão soldadas ou aparafusadas à alma da viga, pelo que se realiza uma adaptação às especificações da norma.

Angulares aparafusadas nos banzos da viga e no pilar

Especificações da EN 1993-1-8:2005, capítulo 6.2.6.6.

A flexão da angular de apoio conjuntamente com os parafusos traccionados, estuda-se através de uma secção em T equivalente segundo 6.2.4, na qual:

- ℓeff assume-se como a metade da largura da angular: ℓeff = ½·ba.
- emin é a distância vertical entre o eixo dos parafusos que unem o pilar e a angular e o bordo da angular.
- g ≤ 0,4·ta → m é a distância vertical entre o eixo do parafuso e o banzo da angular – 0,8·ra.
- g > 0,4·ta → m é a distância vertical entre o eixo do parafuso e o banzo da angular + ½·ta.
- só se permite uma fila de parafusos na ligação angular – banzo do pilar;
- o número de filas de parafusos na ligação angular – banzo da viga não está limitado;
- onde

b_a	é a largura da angular, que pode ser diferente da largura do banzo do pilar e da largura do banzo da viga;
t_a	é a espessura da angular;

r_a é o raio de concordância da angular;

Angulares na alma da viga e aparafusados ao pilar

No ***T-Connect*** realiza-se uma adaptação da EN 1993-1-8:2005, capítulo 6.2.6.6, por estar as angulares aparafusadas ao pilar.

A flexão da angular de apoio junto com os parafusos traccionados, estuda-se através de uma secção em T equivalente segundo 6.2.4, na qual:

- t_f assume-se como a espessura do banzo da angular apoiado no pilar ($t_f = t_a$).
- t_w assume-se como a espessura da alma da viga mais duas vezes a espessura do banzo da angular apoiado na viga ($t_w = t_{wb} + 2 \cdot t_a$).
- $e = e_{min}$ é a distância horizontal entre o eixo dos parafusos que unem o pilar à angular e o bordo da angular.
- $g \leq 0{,}4 \cdot t_a \rightarrow m$ é a distância horizontal entre o eixo do parafuso e o banzo da angular $- 0{,}8 \cdot r_a$.
- $g > 0{,}4 \cdot t_a \rightarrow m$ é a distância horizontal entre o eixo do parafuso e o banzo da angular $+ ½ \cdot t_a$.
- l_{eff} calcula-se de modo similar ao caso do banzo do pilar não rigidificado à flexão;
- só se permite uma coluna de parafusos na ligação angular – pilar;
- o número de colunas de parafusos na ligação angular – alma da viga não está limitado;

onde

t_a é a espessura da angular;

r_a é o raio de concordância da angular;

Angulares na alma da viga e soldadas ao pilar

Em ***T-Connect*** realiza-se uma adaptação da EN 1993-1-8:2005, capítulo 6.2.6.6, por estarem as angulares soldadas ao pilar.

O axial de tracção resistido por ambas as angulares devido à flexão assume-se como:

$$F_{t,a,Rd} = 2 \cdot \frac{M_{pl,Rd}}{z}$$

$$M_{pl,Rd} = \frac{l_{eff} \cdot t_a^2 \cdot f_y}{4 \cdot \gamma_{M0}}$$

$$z = b_a - \frac{t_a}{2}$$

, onde:

b_a é a largura da 'perna' da angular apoiada n pilar;

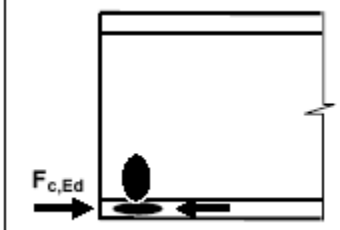
l_{eff} é a altura da angular que transmite tracções ao pilar.

Na comprovação deste componente, o programa indica os seguintes valores (alguns valores aparecerão ou não dependendo da ligação ser soldada ou aparafusada):

T-Connect	EN 1993	Unidades	
I	i		Fila de parafusos (começando na 1ª desde a fila superior) péssima para esta comprovação
Ft,ac,Ed,i	Ft,ac,Ed,i	T ou kN	Tracção actuante na fila 'i' de parafusos devida à flexão da angular
FT,ac,1,Rd,i	FT,ac,1,Rd,i	T ou kN	Tracção transversal resistente da angular no Modo 1 de rotura e na fila 'i' dos parafusos
FT,ac,2,Rd,i	FT,ac,2,Rd,i	T ou kN	Tracção transversal resistente da angular no Modo 2 de rotura e na fila 'i' dos parafusos
FT,ac,3,Rd,i	FT,ac,3,Rd,i	T ou kN	Tracção transversal resistente da angular no Modo 3 de rotura e na fila 'i' dos parafusos
FT,ac,Rd,i	FT,ac,Rd,i	T ou kN	Tracção transversal resistente do angular e a fila 'i' de parafusos (valor menor dos 3 modos de rotura possíveis)
Ft,ac,Ed	Ft,ac,Ed	T ou kN	Tracção transversal actuante total na angular
FT,ac,1,Rd	FT,ac,1,Rd	T ou kN	Tracção transversal resistente da angular no Modo 1 de rotura e no grupo péssimo dos parafusos
FT,ac,2,Rd	FT,ac,2,Rd	T ou kN	Tracção transversal resistente do angular no Modo 2 de rotura e o grupo péssimo de parafusos
FT,ep,3,Rd	FT,ac,3,Rd	T ou kN	Tracção transversal resistente total da angular no Modo 3 de rotura e o grupo péssimo de parafusos
Ft,ac,Rd	FT,ac,Rd	T ou kN	Tracção transversal resistente total da angular
Ft,ac,Ed/Ft,ac,Rd	Ft,c,Ed / Ft,ac,Rd	%	Relação entre a tracção de cálculo e a resistente na flexão da angular

Componente *"Banzo e alma da viga ou pilar, em compressão longitudinal"*

Estuda-se de acordo com a EN 1993-1-8:2005, capítulo 6.2.6.7.

Beam or column flange and web in compression		6.2.6.7

A resistência à compressão do banzo e zona de alma adjacente, actuando no centro de compressão (ver 6.2.7), é:

$F_{c,fb,Rd} = M_{c,Rd} / (h - t_{fb})$ (6.21)

, onde

$M_{c,Rd}$	resistência a flexão da viga, segundo EN 1993-1-1;
t_{fb}	espessura do banzo da viga.

No caso de vigas acarteladas:

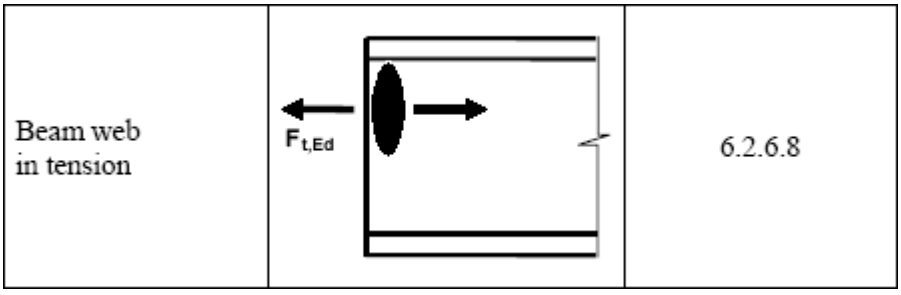
- Para o cálculo de Mc,Rd, não se terá em conta o banzo intermédio da viga, entendendo como banzo intermédio aquele que fica entre o banzo da cartela e o banzo exterior da viga;
- O aço, dimensões e espessuras da cartela não serão menores que os da viga sem cartela;
- Se a altura total for h > 600 mm, a contribuição da alma para Fc,fb,Rd reduz-se a 20%;
- O ângulo entre o banzo da cartela e a viga não há-de ser maior que 45º;
- A cartela, no outro extremo, produz compressão na alma da viga, que se estuda de acordo com a 6.2.6.2.

Nesta comprovação, o programa indica os seguintes valores (alguns valores aparecem ou não dependendo do facto da ligação ser soldada ou aparafusada):

T-Connect	EN 1993	Unidades	
Mc,Rd	Mc,Rd	T·m ou kN·m	Resistência à flexão da viga, segundo EN 1993-1-1 (ou CTE DB SE-A)
Fc,fb,Ed	Fc,fb,Ed	T ou kN	Compressão de cálculo do banzo e zona da alma adjacente, actuando no centro de compressão
Fc,fb,Rd	Fc,fb,Rd	T ou kN	Resistência à compressão do banzo e zona de alma adjacente, actuando no centro de compressão
Fc,fb,Ed/Fc,fb,Rd	Fc,fb,Ed / Fc,fb,Rd	%	Relação entre a compressão de cálculo do banzo e zona da alma adjacente e a compressão resistente

Componente *"Alma da viga em tracção longitudinal"*

Estuda-se de acordo com a EN 1993-1-8:2005, capítulo 6.2.6.8.



Em ligações aparafusadas através de chapa de extremo, tem-se:

$$F_{t,wb,Rd} = b_{eff,t,wb} \cdot t_{wb} \cdot f_{y,wb} / \gamma_{M0} \quad (6.22)$$

onde

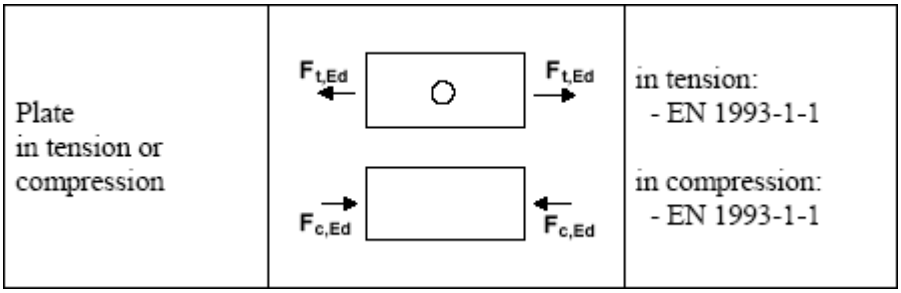
beff,t,wb assume-se igual à largura eficaz da secção em T equivalente para o estudo da flexão da placa de extremidade segundo 6.2.6.5.

Nesta comprovação, o programa indica os seguintes valores:

T-Connect	EN 1993	Unidades	
Ft,wb,Ed	Ft,wb,Ed	T ou kN	Tracção de cálculo na alma da viga
Ft,wb,Rd	Ft,wb,Rd	T ou kN	Tracção resistente da alma da viga
beff,t,wb	beff,t,wb	Mm	Largura eficaz da secção em T equivalente da alma da viga
Ft,wb,Ed/Ft,wb,Rd	Ft,wb,Ed / Ft,wb,Rd	%	Relação entre a tracção de cálculo na alma da viga e a tracção resistente

Componente *"Chapa em compressão ou tracção longitudinal"*

Estuda-se a chapa submetida a esforços no seu próprio plano.



Chapas aparafusadas

Neste caso, os esforços são transmitidos pelos parafusos trabalhando ao transverso (como no caso da 'perna' da angular aparafusada à viga), realizando-se as seguintes comprovações:

- Comprovação à plastificação dos parafusos e da chapa, de acordo com EN 1993-1-8:2005, capítulo 3.6;
- Resistência por esforço transverso de um bloco de chapa, de acordo com a EN 1993-1-8:2005, capítulo 3.10.2;
- Resistência à flexo-tracção da secção útil da chapa (ou seja, descontando os furos dos parafusos), de acordo com a EN 1993-1-1 ou CTE DB SE-A.

Nesta comprovação, o programa indica os seguintes valores:

T-Connect	EN 1993	Unidades	
I	i		Fila de parafusos (começando em 1 a partir da fila superior) péssima para esta comprovação
J	j		Coluna de parafusos (começando no 1) péssima para esta comprovação
T	t	mm	Espessura da chapa em estudo
Np	np		Número de chapas iguais a suportar os esforços longitudinais
Fv,Ed,ij	Fv,Ed,ij	T ou kN	Esforço de transverso transmitido pelo parafuso da fila 'i', coluna 'j'
Fb,Rd,ij	Fb,Rd,ij	T ou kN	Resistência à plastificação no parafuso da fila 'i', coluna 'j'
Fv,Ed/Fb,Rd	Fv,Ed / Fb,Rd	%	Relação entre o transverso actuante e a resistência à plastificação
Ant	Ant	cm²	Área da secção útil à tracção da chapa na comprovação do esforço transverso
Anv	Anv	cm²	Área da secção útil ao transverso da chapa na comprovação do esforço transverso

N,Ed	NEd	T ou kN	Axial de tracção que provoca o esforço transverso
Veff,Rd	Veff,Rd	T ou kN	Esforço resistente ao esforço transverso
N,Ed/Veff,Rd	NEd / Veff,Rd	%	Relação entre o esforço de cálculo e o esforço resistente na comprovação de esforço transverso
Ant,0	Ant,0	Cm²	Área da secção útil da chapa na comprovação da resistência à flexo-tracção
Wnt,el,0	Wnt,el,0	Cm³	Módulo resistente elástico da secção útil da chapa na comprovação da resistência à flexo-tracção
Nt,Ed,0	Nt,Ed,0	T ou kN	Tracção simples de cálculo na chapa, para a comprovação da resistência à flexo-tracção
Nt,Rd,0	Nt,Rd,0	T ou kN	Resistência à tracção simples da secção útil da chapa
M,Ed,0	MEd,0	T·m ou kN·m	Momento flector de cálculo na chapa, para a comprovação da resistência à flexo-tracção
M,Rd,0	MRd,0	T·m ou kN·m	Resistência à flexão simples da secção útil da chapa
Nt,Ed,0/Nt,Rd,0 + M,Ed,0/M,Rd,0	$\frac{N_{t,Ed,0}}{N_{t,Rd,0}}+\frac{M_{Ed,0}}{M_{Rd,0}}$	%	Comprovação da resistência à flexo-compressão da secção útil da chapa

Chapas soldadas

Neste caso, os esforços são transmitidos pelas soldaduras (como no caso da 'perna' da angular soldada à viga), realizando-se a seguinte comprovação em todos os pontos da soldadura:

- Comprovação de que o espessura da chapa é capaz de resistir aos esforços axiais e tangenciais transmitidos pela soldadura.

Nesta comprovação, o programa indica os seguintes valores:

T-Connect	EN 1993	Unidades	
sigma,I,Ed	σI,Ed	Kg/cm² ou MPa	Tensão principal máxima transmitida à chapa pela soldadura
sigma,I,Rd	σI,Rd	Kg/cm² ou MPa	Tensão resistente da chapa
sigma,I,Ed / sigma,I,Rd	σI,Ed / σI,Rd	%	Relação entre a tensão principal de cálculo e a tensão resistente da chapa devida à soldadura

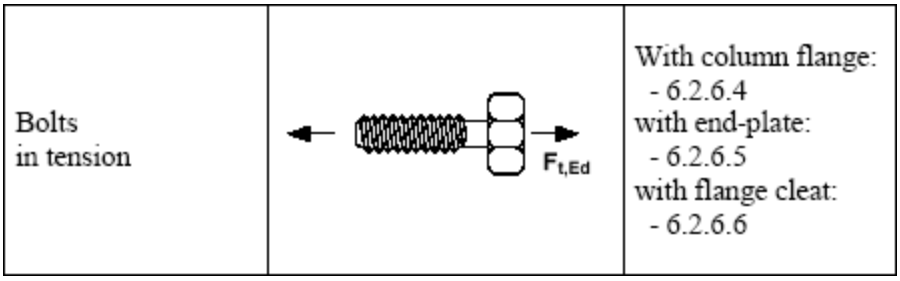
No caso de ligações frontais entre vigas soldadas, se ambas as vigas formam ângulo, os esforços de compressão e tracção transmitidas pelos banzos devem compensar-se com compressões ou tracções na chapa à qual se soldam ambas as vigas. Assim, esta chapa comprova-se à compressão ou tracção simples de acordo com a EN 1993-1-8:2005 (equivalente à comprovação que se realiza no CTE DB SE-A), considerando-se, no caso da compressão, um comprimento de encurvadura igual a 0,7 vezes o comprimento livre da chapa.

Nesta comprovação, o programa indica os seguintes valores (aparecerão valores ou não em função da chapa se encontrar comprimida ou traccionada):

T-Connect	EN 1993	Unidades	
Ft,Ed	Ft,Ed	T ou kN	Tracção de cálculo na chapa
Ft,Rd	Ft,Rd	T ou kN	Tracção resistente na chapa
Ft,Ed/Ft,Rd	Ft,Ed / Ft,Rd	%	Relação entre a tracção de cálculo e a resistente da chapa
Fc,Ed	Fc,Ed	T ou kN	Compressão de cálculo na chapa
Fc,Rd	Fc,Rd	T ou kN	Compressão resistente da chapa
Fc,Ed/Ft,Rd	Fc,Ed / Fc,Rd	%	Relação entre a compressão de cálculo e a resistente da chapa

Componente *"Parafusos à tracção"*

Estuda-se de acordo com a EN 1993-1-8:2005, capítulo 3.6. Em geral, esta comprovação realiza-se para cada fila de parafusos.



- Para parafusos pré-esforçados, o pré-esforçado de cálculo será

  $F_{p,Cd} = 0,7 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M7}$ (3.1)

- Resistência à tracção

  $F_{t,Rd} = k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2}$

- para furos contrapunçoados, k2 = 0,63
- para os restantes casos, k2 = 0,90. No programa considera-se sempre este caso.
- Resistência ao punçoamento

  $B_{p,Rd} = 0,6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_u / \gamma_{M2}$

$$d_m = d_v \left(\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{4} \right)$$

onde

d_m	média entre diâmetro inscrito (d_s) e o circunscrito (d_v) da cabeça hexagonal do parafuso ou porca;
t_p	espessura da chapa mais delgada unida pelo parafuso;
A_s	área resistente à tracção do parafuso.

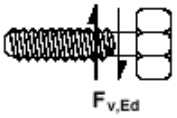
A resistência do parafuso é a mínima entre Ft, Rd e Bp, Rd.

Nesta comprovação, o programa indica os seguintes valores:

T-Connect	EN 1993	Unidades	
Fp,Cd	Fp,Cd	T ou kN	Pré-esforço de cálculo de cada parafuso (só para parafusos pré-esforçados)
Ft,Ed	Ft,Ed	T ou kN	Tracção de cálculo em cada parafuso
Ft,Rd	Ft,Rd	T ou kN	Resistência à tracção de cada parafuso
Bp,Rd	Bp,Rd	T ou kN	Resistência ao punçoamento em cada parafuso
Ft,Ed/Ft,Rd	Ft,Ed / Ft,Rd	%	Relação entre a tracção de cálculo e a resistente à tracção ou punçoamento do parafuso

Componente *"Parafusos ao transverso"*

Estuda-se de acordo com EN 1993-1-8:2005, capítulo 3.6. Em geral, esta comprovação realiza-se para cada fila de parafusos.

Bolts in shear		3.6

- Resistência ao transverso em cada plano de corte

  $F_{v,Rd} = \alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A / \gamma_{M2}$
- Se o plano de corte atravessa a rosca
- A substitui-se por As: área de tracção do parafuso;
- para parafusos de classes 4.6, 5.6 e 8.8 → $\alpha v = 0,6$
- para parafusos de classes 4.8, 5.8, 6.8 e 10.9 → $\alpha v = 0,5$
- se o plano de corte não passa pela rosca
- A é a área bruta do parafuso;
- $\alpha v = 0,6$
- Resistência conjunta ao corte e tracção

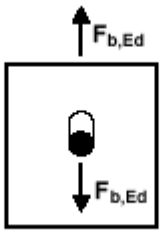
$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 \cdot F_{t,Rd}} \leq 1$$

Nesta comprovação, o programa indica os seguintes valores:

T-Connect	EN 1993	Unidades	
Fv,Ed	Fv,Ed	T ou kN	Transverso de cálculo em cada plano de corte de um parafuso
Fv,Rd	Fv,Rd	T ou kN	Resistência ao corte de cada plano de corte de um parafuso
Fv,Ed/Fv,Rd	Fv,Ed / Fv,Rd	%	Percentagem entre o transverso de cálculo e o resistente do parafuso
Fv+t,Ed/Fv+t,Rd	Fv+t,Ed / Fv+t,Rd	%	Comprovação da resistência conjunta ao transverso e tracção do parafuso

Componente *"Parafusos à plastificação"*

Estuda-se de acordo com a EN 1993-1-8:2005, capítulo 3.6.

Bolts in bearing (on beam flange, column flange, end-plate or cleat)		3.6

- Resistência à plastificação

  $F_{b,Rd} = k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$

  α_b = mín (α_d ; f_{ub} / f_u ; 1,0)
- na direcção da acção
- para parafusos extremos, $\alpha d = e1 / (3 \cdot d0)$
- para parafusos interiores, $\alpha d = p1 / (3 \cdot d0) - 0,25$
- na direcção perpendicular
- para parafusos extremos, k1 = min (2,8·e2 / d0 – 1,7 ; 2,5)
- para parafusos interiores, k1 = min (1,4·p2 / d0 – 1,7 ; 2,5)
- Se o furo está sobredimensionado, multiplicar Fb,Rd por 0,8.
- Em furos rasgados perpendiculares ao esforço, multiplicar Fb,Rd por 0,6.
- Em furos contrapunçoados, há que descontar de t, ½ do contrapunçoamento.
- Se a acção sobre um parafuso não é paralela ao bordo, a resistência à plastificação estuda-se por separado para as componentes paralela e perpendicular ao bordo.

T-Connect	EN 1993	Unidades	
T	t	Mm	Espessura da chapa em estudo
Fv,Ed	Fv,Ed	T ou Kn	Transverso de cálculo em cada plano de corte de um parafuso
Fb,Rd	Fb,Rd	T ou kN	Resistência à plastificação no parafuso e a chapa em estudo
Fv,Ed/Fb,Rd	Fv,Ed / Fb,Rd	%	Relação entre o transverso de cálculo e a resistência à plastificação

No programa não se consideram furos rasgados ('ovais') nem contrapunçoados. Estudam-se todas as chapas unidas pelo parafuso, ainda que só se mostrem os dados do caso mais desfavorável.

Nesta comprovação, o programa indica os seguintes valores:

Componente *"Soldaduras"*

Cada soldadura é comprovada de acordo com o EN 1993-1-8:2005, capítulo 4.

Soldadura em ângulo

As faces de fusão devem formar um ângulo entre 60º e 120º. Se forma menos de 60º considera-se uma soldadura de topo com penetração parcial.

As soldaduras que terminam numa esquina devem prolongar-se pelo menos 2 vezes a 'perna' da soldadura (largura da soldadura projectada sobre a chapa base), salvo que fisicamente tal não seja realizável.

Comprimento das soldaduras, ℓ

Uma soldadura de comprimento ℓ menor que 30 mm e de 6·a (a: espessura da garganta) não deve suportar esforços. ***T-Connect*** avisa se sucede esta circunstância.

Espessura efectiva da garganta, a

É a altura do maior triângulo inscrito na própria soldadura mais as zonas de material base fundidas (soldadura em ângulo profundo ou com penetração), sendo a sua base o lado exterior do triângulo. Não deve ser menor que 3 mm.

Resistência de uma soldadura em ângulo

Podem utilizar-se os seguintes métodos: método direccional e método simplificado. T-Connect utiliza o método direccional.

Método direccional

As forças transmitidas decompõem-se nos três eixos ortogonais, nas seguintes tensões:

- $\sigma\perp$ tensão normal perpendicular ao plano da garganta;
- $\sigma_{\parallel}$ tensão normal paralela ao eixo da soldadura;
- $\tau\perp$ tensão tangencial no plano da garganta e perpendicular ao eixo da soldadura;
- $\tau_{\parallel}$ tensão tangencial no plano da garganta e paralela ao eixo da soldadura.

A tensão $\sigma_{\parallel}$ não intervém na comprovação da soldadura.

Deve-se cumprir:

$$[\sigma_{\perp}^2 + 3\cdot(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0,5} \leq f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) \qquad (4.1.a)$$

$$\sigma_{\perp} \leq 0,9\cdot f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) \qquad (4.1.b)$$

sendo

f_u	resistência última à tracção menor das partes a unir;
β_w	factor de conversão. Ver a tabela 4.1.

Tabela 4.1: Factor de conversão para soldaduras em ângulo

Grau do aço	factor βw
S 235	0,80
S 275	0,85

S 355	0,90
S 420	1,00
S 460	1,00

Nesta comprovação, o programa indica os seguintes valores:

T-Connect	EN 1993	Unidades	
sigma,T,Rd	$\sigma\perp$,Rd	Kg·cm² ou MPa	Tensão normal resistente perpendicular ao plano da garganta
sigma,I,Rd	σI,Rd	Kg·cm² ou Mpa	Tensão normal resistente principal: fu / (βw·γM²)
sigma,T	$\sigma\perp$	Kg·cm² ou Mpa	Tensão normal de cálculo perpendicular ao plano da garganta
tau,T	$\tau\perp$	Kg·cm² ou Mpa	Tensão tangencial de cálculo no plano da garganta e perpendicular ao eixo da soldadura
tau,||	τ II	Kg·cm² ou Mpa	Tensão tangencial de cálculo no plano da garganta e paralela ao eixo da soldadura
sigma,I	σI	Kg·cm² ou Mpa	Tensão normal de cálculo principal: [$\sigma\perp$2 + 3·($\tau\perp$2 + τ II 2)]0,5
sigma,T/sigma,T,Rd	$\sigma\perp$ / $\sigma\perp$,Rd	%	Relação entre a tensão normal de cálculo perpendicular e a resistente
sigma,I/sigma,I,Rd	σI / σI,Rd	%	Relação entre a tensão normal de cálculo principal e a resistente
Bw	βw		Factor de conversão para soldaduras em ângulo
a,min	amin	mm	Espessura mínima recomendável da garganta
a,max	amax	mm	Espessura máxima da garganta
A	A	mm	Espessura actual da garganta
L	L	mm	Comprimento dos cordões de soldadura

Componente *"Alma do pilar em flexão por compressão ou tracção"*

Esta componente não está contemplada pela EN 1993-1-8:2005, onde as ligações pela alma do pilar se consideram articuladas ou em que existe viga em ambos os lados do pilar de forma a que não se transmitam flexões ao pilar. No ***T-Connect*** realiza-se uma comprovação baseada nas "Joints in Steel Construction - Simple Connections", The Steel Construction Institute and The British Constructional Association Ltd, 2002.

O axial resistente da alma de um pilar em flexão devido a uma chapa soldada é:

$$F_{wc,Rd} = \frac{8 \cdot M_{pl,Rd}}{\gamma_{M0} \cdot (1-\beta_l)} \cdot (\eta_l + 1{,}5\sqrt{1-\beta_l})$$

sendo

$M_{pl,Rd} = f_{uc} \cdot t_{wc}^2 / 4$

$\eta_l = h_p / d_c$

$\beta_l = (t_p + 2 \cdot s) / d_c$

onde

f_{uc}	resistência à rotura do aço da coluna;
t_{wc}	espessura da alma da coluna;
d_c	altura da parte plana da alma da coluna;
s	'perna' da soldadura da chapa na alma do pilar (= $a \cdot 2^{0,5}$);
t_p	espessura da chapa soldada à alma do pilar; por extensão, largura da zona da alma do pilar submetida à compressão ou tracção perpendicular ao plano da alma do pilar;
h_p	altura da chapa soldada à alma do pilar; por extensão, altura da zona da alma do pilar submetida à compressão ou tracção perpendicular ai plano da alma do pilar.

Nesta comprovação, o programa indica os seguintes valores:

T-Connect	EN 1993	Unidades	
Fcb,wc,Ed	Fcb,wc,Ed	T ou kN	Axial de compressão de cálculo que provoca a flexão da alma do pilar
Ftb,wc,Ed	Ftb,wc,Ed	T ou kN	Axial de tracção de cálculo que provoca a flexão da alma do pilar
Fcb,wc,Rd	Fcb,wc,Rd	T ou kN	Axial de compressão resistente devido à flexão da alma do pilar
Ftb,wc,Rd	Ftb,wc,Rd	T ou kN	Axial de tracção resistente devido à flexão da alma do pilar
Fc,wc,Ed/Fc,wc,Rd	Fcb,wc,Ed / Fcb,wc,Rd	%	Relação entre a compressão de cálculo e a resistente, na flexão da alma do pilar
Ft,wc,Ed/Ft,wc,Rd	Ftb,wc,Ed / Ftb,wc,Rd	%	Relação entre a tracção de cálculo e a resistente, na flexão da alma do pilar

Momento Resistente da Ligação

Estuda-se de acordo com a EN 1993-1-8:2005, capítulo 6.2.7.

Generalidades

Se o axial existente na barra a unir é NEd ≤ 0,05·Npl,Rd, cumprir-se-á:

$$\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}} \leq 1 \qquad (6.23)$$

Caso contrário *($N_{Ed} > 0,05 \cdot N_{pl,Rd}$)*, cumprir-se-á:

$$\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}} + \frac{N_{j,Ed}}{N_{j,Rd}} \leq 1 \qquad (6.24)$$

onde

$M_{j,Rd}$	momento resistente da ligação em ausência de axial;
$N_{j,Rd}$	axial resistente da ligação em ausência de momento.

Ligação soldada

As forças de compressão e tracção situam-se no centro dos banzos.

Ligações aparafusadas viga – pilar com placa de extremidade

É igualmente de aplicação em ligações viga – viga obviando o referente a pilares e tendo em conta que cada viga da ligação pode ter o seu próprio momento resistente.

Numerando as filas de parafusos começando pela mais afastada do centro de compressões, o momento resistente da ligação (na ausência de axial) é:

$$M_{j,Rd} = \sum_r h_r \cdot F_{tr,Rd} \qquad (6.25)$$

, onde:

$F_{tr,Rd}$	resistência efectiva à tracção da fila *r* de parafusos;
h_r	distância entre a fila *r* de parafusos e o centro de compressões.

O centro de compressões assume-se no baricentro do banzo comprimido da barra unida.

A resistência de cada fila, Ftr,Rd, calculada individualmente, ou formando parte do seu grupo de filas (de entre as filas 1 à r inclusive), será o mínimo entre a resistência:

- tracção da alma do pilar, $F_{t,wc,Rd}$, segundo 6.2.6.3;
- a flexão do banzo do pilar, $F_{t,fc,Rd}$, segundo 6.2.6.4;
- a flexão da chapa de extremidade, $F_{t,ep,Rd}$, segundo 6.2.6.5;
- a tracção da alma da viga, $F_{t,wb,Rd}$, segundo 6.2.6.8.

A resistência da fila r, Ftr,Rd, deverá reduzir-se para que a soma da resistência das filas 1 a r inclusive consideradas individualmente, $\sum$Ft,Rd, não supere a resistência:

- ao transverso da alma do pilar, Vwp,Rd / β, segundo 6.2.6.1 e 5.3(7).
- à compressão da alma do pilar, Fc,wc,Rd, segundo 6.2.6.2;
- à compressão do banzo e alma da viga, Fc,fb,Rd, segundo 6.2.6.7.

Para todas as filas r e x, sendo x < r, cumprirá:

$Ftr,Rd < Ftx,Rd / 1,9 \rightarrow Ftr,Rd \leq Ftx,Rd \cdot hr / hx$ (6.26)

Método de cálculo de ligações de secções ocas *T-Connect* 3 e 4

No ***T-Connect 3 e 4*** considerou-se para o cálculo a comprovação as ligações do capítulo 7 da norma EN 1993-1-8:2005.

Outras comprovações em *T-Connect* 1 e 2

Dado que EN 1993-1-8:2008 não cobre casos como as ligações viga – pilar com angulares na alma da viga, ***T-Connect*** realiza nesses casos adaptações dos casos anteriores que permitam recolher outras tipologias contempladas pelo programa.

Nesta comprovação, o programa indica os seguintes valores (alguns valores não aparecerão, por exemplo, na ausência de axial):

T-Connect	EN 1993	Unidades	
Mj,Ed	Mj,Ed	T·m ou kN·m	Momento de cálculo na ligação
Mj,Rd	Mj,Rd	T·m ou kN·m	Momento resistente da ligação na ausência de axial
Nj,Ed	Nj,Ed	T ou kN	Axial de cálculo na ligação (tracções positivas)
Nj,Rd	Nj,Rd	T ou kN	Axial resistido pela ligação na ausência de momento (tracções positivas)
Mj,Ed/Mj,Rd	Mj,Ed / Mj,Rd	%	Relação entre o momento de cálculo e o momento resistente da ligação (ligações sem axial)
Nj,Ed/Nj,Rd	Nj,Ed / Nj,Rd	%	Relação entre o axial de cálculo e o axial resistente da ligação (ligações sem momento)
Mj,Ed/Mj,Rd + Nj,Ed/Nj,Rd	$\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}} + \frac{N_{j,Ed}}{N_{j,Rd}}$	%	Comprovação da Resistência à flexão mais axial da ligação
Mj,Rd/Mpl,Rd	Mj,Rd / Mpl,Rd	%	Relação entre o momento resistente da ligação e o momento plástico resistente da barra, com indicação de saber se a ligação é articulada, de resistência parcial ou de resistência total

Resistência ao transverso e deslizamento no Estado Limite Último da ligação

Estuda de acordo com a EN 1993-1-8:2005, capítulo 3.7 e 3.9.

Ligações soldadas

Nas ligações viga – pilar soldadas, nas quais se solda tanto os banzos como a alma da viga, assume-se que todo o esforço transverso deve ser resistido pela soldadura da alma da viga, de forma uniforme.

Grupos de parafusos

Se a resistência ao corte de cada parafuso, Fv,Rd, supera a resistência à plastificação, Fb,Rd, ou a ligação é de Categoria C, a resistência do grupo será a soma das resistências à plastificação, Fb,Rd. Caso contrário, a resistência do grupo será em número de parafusos multiplicada pela menor das resistências Fv,Rd de todos os parafusos.

Ligações resistentes ao deslizamento com parafusos de classes 8.8 ou 10.9

Só se estuda em ligações com parafusos pré-esforçados de categoria C.

Resistência de cálculo ao deslizamento

A resistência ao deslizamento de parafusos pré-esforçados das classes 8.8 e 10.9 é

$$F_{s,Rd} = k_s \cdot n \cdot \mu \cdot F_{p,C} / \gamma_{M3} \quad (3.6)$$

onde

k_s	ver tabela 3.6;
n	número de superfícies em fricção;
μ	factor de atrito, segundo ensaios ou a tabela 3.7.

A força de pré-esforço será:

$$F_{p,C} = 0,7 \cdot f_{ub} \cdot A_s \quad (3.7)$$

Tabela 3.6: Valores de k_s

Descrição	ks
Parafusos em furos normais	1,00
Parafusos sobredimensionados ou pouco rasgados com eixo perpendicular ao esforço	0,85
Parafusos em furos muito rasgados com eixo perpendicular ao esforço	0,70
Parafusos em furos pouco rasgados com eixo paralelo à força	0,76
Parafusos em furos muito rasgados com eixo paralelo ao esforço	0,63

Tabela 3.7: coeficiente de atrito μ

Classe de atrito standard	μ
A: superfícies tratadas com jacto de areia ou gravilha até ao grau SA 2 ½ da Norma ISO 8501-1, isentas de picaduras, sem nenhum tratamento posterior se a ligação se realiza imediatamente a jacto ou então com projecção térmica posterior com alumínio	0,5
B: superfícies tratadas com jacto de areia ou gravilha até ao grau SA 2 ½ da Norma ISO 8501-1, isentas de picaduras e pintadas com um silicato alcalino de zinco mm com espessura compreendida entre 50 e 80 µm	0,4
C: superfícies limpas através de escovagem com escova de arame ou através de maçarico	0,3
D: superfícies sem tratamento ou galvanizadas	0,2

Tracção e transverso combinados

Neste caso, a resistência ao deslizamento será:

$$F_{s,Rd} = k_s \cdot n \cdot \mu \cdot (F_{p,C} - 0,8 \cdot F_{t,Ed}) / \gamma_{M3} \quad (3.8b)$$

Se a ligação à flexão e à tracção nos parafusos de um bordo aparece conjuntamente com uma compressão nos parafusos do bordo contrário, não é necessário aplicar esta redução.

Nesta comprovação, o programa indica os seguintes valores (alguns valores não aparecerão, por exemplo, em ligações de categoria B):

T-Connect	EN 1993	Unidades	

Fvj,Ed	Fvj,Ed	T ou kN	Transverso de cálculo da ligação
n·Fb,Rd,i	n·Fb,Rd,i	T ou kN	Transverso resistente da ligação, quando esta provém da resistência à plastificação
n·Fv,Rd,i,min	n·Fv,Rd,i,min	T ou kN	Transverso resistente da ligação, quando esta provém da resistência ao transverso
Fvj,Ed/Fvj,Rd	Fvj,Ed / Fvj,Rd	%	Comprovação da resistência ao transverso da ligação
Fsj,Rd	Fsj,Rd	T ou kN	Resistência ao deslizamento da ligação, no Estado Limite Último
Fsj,Ed/Fsj,Rd	Fsj,Ed / Fsj,Rd	%	Comprovação ao deslizamento da ligação

Resistência ao deslizamento em Estado Limite de Serviço da ligação

Estuda-se de acordo com a EN 1993-1-8:2005, capítulo 3.9. Só se estuda em ligações com parafusos pré-esforçado de categoria B.

É a mesma comprovação que no Estado Limite Último, com as seguintes salvaguardas:

Resistência de cálculo ao deslizamento (ligações de categoria B)

A resistência ao deslizamento de parafusos pré-esforçados das classes 8.8 e 10.9 é dada por:

$$F_{s,Rd,ser} = k_s \cdot n \cdot \mu \cdot F_{p,C} / \gamma_{M^3,ser} \quad (3.6)$$

Tracção e transverso combinados

Neste caso, a resistência ao deslizamento será:

$$F_{s,Rd,ser} = k_s \cdot n \cdot \mu \cdot (F_{p,C} - 0{,}8 \cdot F_{t,Ed,ser}) / \gamma_{M^3,ser} \quad (3.8a)$$

Nesta comprovação, o programa indica os seguintes valores:

T-Connect	EN 1993	Unidades	
Fvj,Ed,ser	Fvj,Ed,ser	T ou kN	Transverso de cálculo da ligação em serviço
Fsj,Rd,ser	Fsj,Rd,ser	T ou kN	Resistência ao deslizamento da ligação, em Estado Limite de Serviço
Fsj,Ed,ser / Fsj,Rd,ser	Fsj,Ed,ser / Fsj,Rd,ser	%	Comprovação ao deslizamento da ligação

Comprovação dos componentes *T-Connect* 1 e 2

Existem alguns componentes que são comuns para todas as ligações tratadas:

- Soldaduras: Cada soldadura comprova-se de acordo com EN 1993-1-8:2005, capítulo 4.
- Momento resistente da ligação: Estuda-se de acordo com EN 1993-1-8:2005, capítulo 6.2.7.
- Se existem parafusos:

- Resistência ao transverso e deslizamento no Estado Limite Último da ligação: estuda-se de acordo com a EN 1993-1-8:2005, capítulos 3.7 e 3.9.
- Resistência ao deslizamento em Estado Limite de Serviço da ligação: estuda-se de acordo com a EN 1993-1-8:2005, capítulo 3.9.
- Parafusos à tracção: estuda-se de acordo com a EN 1993-1-8:2005, capítulos 6.2.6.4 e 6.2.6.5.
- Parafusos ao transverso: estuda-se de acordo com a EN 1993-1-8:2005, capítulo 3.6.
- Parafusos à plastificação: estuda-se de acordo a EN 1993-1-8:2005, capítulo 3.6.

De forma particular, o tipo de tratamento e os componentes, além dos comuns, para cada um dos tipos de ligação tratados no ***T-Connect***:

Ligação soldada viga-pilar pela alma do pilar soldado

A soldadura só cobre uma parte da alma da viga. Para este tipo de ligação, EN 1993-1-8:2005 só cobre o caso da ligação articulada ou que existam vigas em ambos os lados da alma que transmitam um momento similar. ***T-Connect*** não pressupõe nenhum destes casos, comprovando-se a resistência à flexão da ligação e da alma do pilar. Componentes particulares:

- Alma do pilar em flexão por compressão: baseado na referência (2) da bibliografia.
- Alma do pilar em flexão por tracção: baseado na referência (2) da bibliografa.
- Chapa em compressão ou tracção longitudinal: estuda-se a alma da viga de acordo com a EN 1993-1-1.

Ligação viga-pilar pela alma do pilar com angulares soldadas ou aparafusadas

As angulares unem a alma do pilar com a alma da viga. Cada 'perna' da angular pode estar soldada ou aparafusada. Para este tipo de ligação, EN 1993-1-8:2005 só cobre o caso da ligação articulada ou que existam vigas em ambos os lados da alma que transmitam um momento similar. ***T-Connect*** não pressupõe nenhum destes casos, comprovando-se a resistência à flexão da ligação e da alma do pilar. Componentes particulares:

- Alma do pilar na flexão por compressão: baseado na referência (2) da bibliografia.
- Alma do pilar em flexão por tracção: Se a 'perna' do angular solda-se pela alma do pilar, esta comprovação baseia-se na referência (2) da bibliografia.
- Se a 'perna' da angular se baseia na comprovação do banzo do pilar à flexão, de acordo com a EN 1993-1-8:2005, capítulo 6.2.6.4.
- 'Perna' da angular em flexão: se a 'perna' da angular está unida à alma do pilar estuda-se de acordo com a EN 1993-1-8:2005, capítulo 6.2.6.6. Se a angular está soldada ao pilar, realiza-se uma comprovação baseada no mesmo capítulo.
- Chapa em compressão ou tracção longitudinal: se a 'perna' da angular estiver unida à viga, estuda-se de acordo com a EN 1993-1-1. Se esta 'perna' está aparafusada à viga, também se comprova o seu esforço transverso de acordo com EN 1993-1-8:2005 capítulo 3.10.2. A alma da viga, estuda-se de acordo com a EN 1993-1-1. Se o angular está aparafusado à viga, também a comprova ao esforço transverso da alma da viga de acordo com EN 1993-1-8:2005 capítulo 3.10.2.

Ligação viga-pilar pelo banzo do pilar com angulares soldadas ou aparafusadas.

As angulares unem um banzo do pilar com a alma da viga. Cada 'perna' da angular pode estar soldada ou aparafusada. Este tipo de ligação é considerada como articulada. ***T-Connect*** não o pressupõe, comprovando-se a resistência à flexão da ligação. Componentes particulares:

- Painel de alma do pilar ao transverso: estuda-se de acordo com a EN 1993-1-8:2005, capítulo 6.2.6.1.
- Alma do pilar em compressão transversal (horizontal): Estuda-se de acordo com a EN 1993-1-8:2005, capítulo 6.2.6.2.
- Alma do pilar em tracção transversal (horizontal): Estuda-se de acordo com a EN 1993-1-8:2005, capítulo 6.2.6.3.
- Banzo do pilar em flexão: Estuda-se de acordo com a EN 1993-1-8:2005, capítulo 6.2.6.4.
- 'Perna' da angular em flexão: se a 'perna' da angular está unida ao banzo do pilar estuda-se de acordo com a EN 1993-1-8:2005, capítulo 6.2.6.6. Se a angular está soldado ao pilar, realiza-se uma comprovação baseada no mesmo capítulo.
- Chapa em compressão ou tracção longitudinal: Se a 'perna' da angular está unida à viga, estuda-se de acordo com a EN 1993-1-1. Se esta 'perna' está aparafusada à viga, também se comprova o seu esmagamento de acordo com a EN 1993-1-8:2005 capítulo 3.10.2. A alma da viga, estuda-se de acordo com a EN 1993-1-1. Se a angular está aparafusada à viga, também se comprova o esmagamento da alma da viga de acordo com a EN 1993-1-8:2005 capítulo 3.10.2.

Ligação soldada viga-pilar pelo banzo do pilar soldada.

Componentes particulares:

- Painel de alma do pilar ao transverso: Estuda-se de acordo com a EN 1993-1-8:2005, capítulo 6.2.6.1.
- Alma do pilar em compressão transversal (horizontal): Estuda-se de acordo com a EN 1993-1-8:2005, capítulo 6.2.6.2.
- Alma do pilar em tracção transversal (horizontal): Estuda-se de acordo com a EN 1993-1-8:2005, capítulo 6.2.6.3.
- Banzo do pilar em flexão: Estuda-se de acordo com a EN 1993-1-8:2005, capítulo 6.2.6.4.
- Banzo e alma da Viga em compressão longitudinal: Estuda-se de acordo com a EN 1993-1-8:2005, capítulo 6.2.6.7.

Ligação de vigas enfrentadas soldadas: estudam-se as vigas por separado.

Componentes particulares:

- Banzo e alma da viga em compressão longitudinal: estuda-se de acordo com a EN 1993-1-8:2005, capítulo 6.2.6.7.
- Chapa em compressão ou tracção longitudinal: estuda-se a chapa de ligação entre vigas, de acordo com a EN 1993-1-1.

Ligação viga-pilar pelo banzo do pilar com chapa de extremo

Componentes particulares:

- Painel da alma do pilar ao transverso: estuda-se de acordo com a EN 1993-1-8:2005, capítulo 6.2.6.1.
- Alma do pilar em compressão transversal (horizontal): estuda-se de acordo com a EN 1993-1-8:2005, capítulo 6.2.6.2.
- Alma do pilar em tracção transversal (horizontal): estuda-se de acordo com a EN 1993-1-8:2005, capítulo 6.2.6.3.
- Banzo do pilar em flexão: estuda-se de acordo com a EN 1993-1-8:2005, capítulo 6.2.6.4.
- Placa de extremidade em flexão: estuda-se de acordo com a EN 1993-1-8:2005, capítulo 6.2.6.5.
- Banzo e alma da viga em compressão longitudinal: estuda-se de acordo com a EN 1993-1-8:2005, capítulo 6.2.6.7.
- Alma da viga em tracção longitudinal: estuda-se de acordo com a EN 1993-1-8:2005, capítulo 6.2.6.8.

Ligação aparafusada de vigas enfrentadas aparafusadas

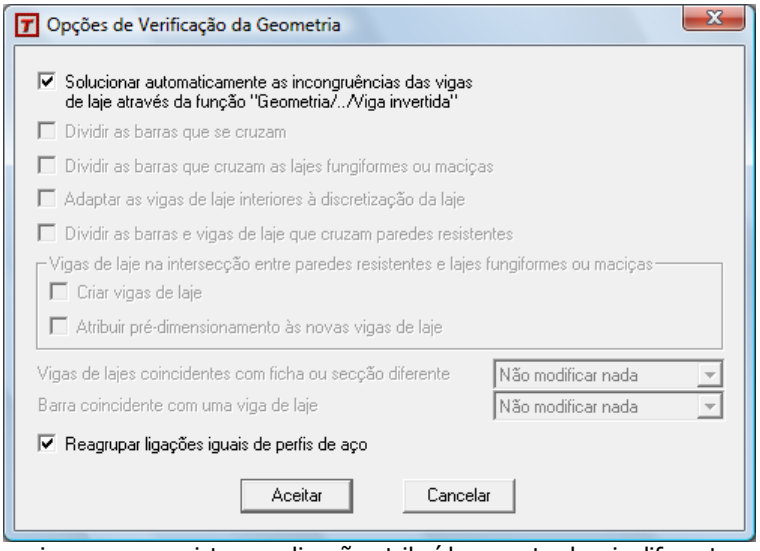
Componentes particulares:

- Placa de extremidade em flexão: estuda-se de acordo com a EN 1993-1-8:2005, capítulo 6.2.6.5.
- Banzo + alma da viga em compressão longitudinal: estuda-se de acordo com a EN 1993-1-8:2005, capítulo 6.2.6.7.
- Alma de viga em tracção longitudinal: estuda-se de acordo com a EN 1993-1-8:2005, capítulo 6.2.6.8.
- Chapa em compressão ou tracção longitudinal: estudam-se as chapas de extremos de ambas as vigas, de acordo com a EN 1993-1-1.

Dissociação e agrupamento de ligações

Caso se tenham as opções de optimização de soldadura activadas, pode suceder que durante o cálculo exista uma alteração da geometria da ligação devido à modificação das soldaduras. Esta situação provoca a dissociação automática da ligação em duas ligações diferentes. Pode suceder que no final do processo existam várias ligações, fruto das várias dissociações, que possam ser reagrupadas numa única ligação através da função **Geometria>Ligações (Aço)>Reagrupar**.

Também se consegue este reagrupamento se realizarmos uma verificação de geometria, tendo seleccionada o campo **Reagrupar ligações iguais em barras de aço**, na caixa de diálogo que aparece ao seleccionar **Geometria->Verificar**.


Opções de Verificação da Geometria
Solucionar automaticamente as incongruências das vigas de laje através da função "Geometria/../Viga invertida"
Dividir as barras que se cruzam
Dividir as barras que cruzam as lajes fungiformes ou maciças
Adaptar as vigas de laje interiores à discretização da laje
Dividir as barras e vigas de laje que cruzam paredes resistentes
Vigas de laje na intersecção entre paredes resistentes e lajes fungiformes ou maciças
Criar vigas de laje
Atribuir pré-dimensionamento às novas vigas de laje
Vigas de lajes coincidentes com ficha ou secção diferente
Não modificar nada
Barra coincidente com uma viga de laje
Não modificar nada
Reagrupar ligações iguais de perfis de aço
Aceitar
Cancelar

Por exemplo. Imaginemos que existe uma ligação atribuída a quatro locais diferentes na estrutura:

- Ligação A:
- Barras 3 e 4
- Barras 7 e 8
- Barras 11 e 15
- Barras 45 e 78.

Após realizar o cálculo, a ligação das barras 7 e 8 altera o valor de uma das soldaduras. O mesmo sucede com as barras 45 e 78, sendo a variação da soldadura exactamente a mesma que para as barras 7 e 8. As barras 11 e 15 também alteram o valor de uma das soldaduras, porém de forma diferente das ligações das barras 7-8 e 45-78. Como consequência, no final do cálculo teremos as seguintes ligações:

- Ligação A:
- Barras 3 e 4
- Ligação B:
- Barras 7 e 8
- Ligação C:
- Barras 11 e 15
- Ligação D:
- Barras 45 e 78

Porém na realidade, as ligações 7 + 8 e 45 + 78 ficaram iguais geometricamente após realizado o cálculo, com o que, caso se reagrupem as ligações por qualquer uma das duas formas explicadas, o resultado será:

- Ligação A:
- Barras 3 e 4
- Ligação B:
- Barras 7 e 8
- Barras 45 e 78
- Ligação C:

- Barras 11 e 15

Mensagens de Erro e Advertências

Obtém-se informação acerca dos erros produzidos em vários pontos do programa:

- Na navegação pelos assistentes, ao sair de cada caixa de diálogo informa-se da existência de erros geométricos que se vão produzindo no desenho de uma ligação.
- Ao entrar na última caixa de diálogo de cada assistente informa-se dos erros de cálculo existentes.
- Na função **Cálculo>Ligações (Aço)>Listagem erros**. Ver capítulo *Listagem de Erros* em *Resultados.*
- Seleccionando a função **Cálculo>Ligações (Aço)>Gráfico erros**, exibe-se na estrutura as ligações nas quais existem erros, desenhando-se em cor vermelha.

Erros na geometria e desenho das ligações *T-Connect*.1 e 2

As mensagens de erro, dividem-se nas seguintes categorias:

Erros relacionados com os perfis

- **Erro 101.1: Banzo da viga maior que o banzo do pilar:**

  Nas ligações viga-pilar pelo banzo do pilar não é permitido que o banzo da viga seja mais largo que o banzo do pilar. Será necessário modificar o perfil do pilar por outro com uma largura maior ou então substituir o perfil da viga por outro com largura de banzo menor.

- **Erro 101.2: Corte excessivo no banzo da viga**:

  Nas ligações em que se permite o corte dos banzos da viga, o corte não pode exceder o tamanho do banzo. A solução passa pela diminuição da magnitude do corte.

- **Erro 101.3: Este ficheiro de secções carece de alguns dados novos, como os raios de concordância ou se a secção é laminada ou soldada. Estes dados são importantes para a comprovação de ligações de barras de aço, pelo que é recomendável que sejam introduzidos pelo utilizador**.

  O erro produz-se quando se utilizam perfis que carecem dos dados mencionados na mensagem. É informativo, porém recomenda-se a introdução dos dados solicitados, uma vez que de outra forma não se poderiam levar a cabo, de uma forma precisa, as comprovações da ligação.

Erros relacionados com os rigidificadores horizontais

- **Erro 102.1**: **Sobrepõem-se os superiores e inferiores**:

  A espessura dos rigidificadores superiores e inferiores é tão grandes que se sobrepõem. A solução é diminuir a espessura de algum ou dos dois rigidificadores.

- **Erro 102.2**: **Existem rigidificadores fora do pilar:**

  O tipo de colocação que escolheu para os rigidificadores é tal que saem do pilar. Experimentar a alterar a colocação de rigidificadores no prolongamento dos banzos da viga. Caso não se consiga nada, o rigidificador que sobressai do pilar deverá ser eliminado.

- **Erro 102.3: Os rigidificadores horizontais cruzam-se:**

  O rigidificador superior e o inferior cruzam-se. Experimentar a modificar a colocação desses rigidificadores desmarcando o campo **No prolongamento dos banzos**.

Erros relacionados com as cartelas (esquadros)

- **Erro 103.1: A altura da superior excede a chapa de extremo**

  Nas ligações com chapa de extremo não se permite que uma cartela (esquadro) exceda os limites da mencionada chapa, pelo que será necessário diminuir a altura da cartela (esquadro) ou então aumentar a altura da chapa de extremo.
- **Erro 103.2: A altura da inferior excede a chapa de extremo**

  É de aplicação o mencionado no erro anterior.
- **Erro 103.3: Banzo da cartela superior interfere com parafusos**

  Os parafusos não devem interferir com o banzo das cartelas (esquadros). Deve-se variar a altura da cartela (esquadro) e/ou variar a distância entre parafusos.
- **Erro 103.4: Banzo da cartela inferior interfere com parafusos**

  É de aplicação o mencionado no erro anterior.

Erros relacionados com as chapas de reforço da alma

- **Erro 104.1: Largura maior que a da alma do pilar**

  Não se permite esta circunstância. Deve-se variar a largura da placa ou seleccionar um perfil para o pilar que permita a largura que se pretende.

Erros relacionados com as chapas de respaldo

- **Erro 105.1: A superior supera em largura a permitida pelo pilar**

  As chapas de respaldo foram colocadas de forma que a largura é maior que metade da largura do perfil do pilar menos a espessura da alma e menos duas vezes a espessura do raio de concordância banzo-alma do pilar. É necessário diminuir-se a largura da chapa ou alterar o perfil do pilar.
- **Erro 105.2: A inferior supera em largura a permitida pelo pilar**

  É de aplicação o mencionado no erro anterior.
- **Erro 105.3: Sobrepõem-se as superiores e as inferiores**

  A altura seleccionada para as chapas de respaldo provoca a sobreposição das chapas superiores e inferiores. É necessário baixar a altura de alguma das chapas.
- **Erro 105.4: A superior sai do contorno da chapa de extremo**

  A altura é excessiva. É necessário diminuir a altura da chapa de respaldo ou aumentar a da chapa de extremo.
- **Erro 105.5: A inferior sai do contorno da chapa de extremo**

  É de aplicação o mencionado no erro anterior.
- **Erro 105.6: A superior não abarca os parafusos**

  Existem parafusos cobertos parcialmente pela chapa de respaldo. Aumente a largura da chapa.
- **Erro 105.7: A inferior não abarca os parafusos**

  É de aplicação o mencionado no erro anterior.

Erros relacionados com as chapas de extremo

- **Erro 106.1: Largura excessiva**

Nas ligações viga-pilar, não se permite que a chapa de extremo seja mais larga que o banzo do pilar. Diminuir a largura da chapa ou colocar um perfil superior no pilar.

- **Erro 106.2: Perímetro não inscreve a viga**

  A chapa de extremo deve abarcar a totalidade do perfil da viga para que se considere válida. Caso o contorno do perfil da viga seja cortado pelo contorno da chapa de extremo aparece este erro. Altere a altura e/ou a largura da chapa de extremo.

- **Erro 106.3: Parafusos sobre o banzo superior saem da chapa**

  Não podem existir parafusos fora da chapa de extremo. Diminuir o número de filas de parafusos, a separação entre parafusos ou aumentar as dimensões da chapa.

- **Erro 106.4: Parafusos debaixo do banzo superior alcançam banzo inferior**

  As filas de parafusos colocadas abaixo do banzo superior da viga chegam a tocar o banzo inferior da viga. Diminuir o número de filas de parafusos ou variar a distância entre eles.

- **Erro 106.5: Parafusos entre banzos sobrepõem-se**

  Existe sobreposição das filas de parafusos debaixo do banzo superior com as filas que existem sobre o banzo inferior. Diminuir o número de filas de parafusos, a separação entre filas de parafusos ou as distâncias da primeira fila de parafusos debaixo do banzo superior ou sobre o banzo inferior.

- **Erro 106.6: Parafusos sobre o banzo inferior alcançam o banzo superior**

  As filas de parafusos colocadas sobre o banzo inferior da viga chegam a tocar no banzo superior da viga. Diminua o número de filas de parafusos ou varie a distância entre eles.

- **Erro 106.7: Parafusos debaixo do banzo inferior saem da chapa**

  Os parafusos debaixo do banzo inferior têm de estar dentro da chapa de extremo. Diminuir o número das filas de parafusos, aumentar a altura da chapa de extremo ou diminua a distância ente parafusos.

- **Erro 106.8: Os parafusos saem pelas laterais da chapa**

  Em qualquer caso os parafusos têm de estar dentro da chapa de extremo. Variar a distância ao eixo de simetria da viga.

- **Erro 106.9: Os furos para os parafusos não são de medida adequada**

  O diâmetro dos furos dos parafusos não serve, por excesso ou por defeito, para o diâmetro de parafusos utilizados. Mudar de parafusos ou modificar o diâmetro dos furos.

- **Erro 106.10: As cabeças dos parafusos sobrepõem-se**

  A solução deste problema é separar mais os parafusos ou utilizar outro modelo.

Erros relacionados com as cartelas (esquadros)

- **Erro 107.1: O banzo da cartela superior supera o pilar**

  Quando não existe pilar superior costuma suceder que colocar uma cartela superior é inviável. Considere outra solução para a ligação, a não ser que a cartela a colocar possa ser suficientemente pequena em altura.

- **Erro 107.2: Cartela fora da chapa de ligação**

  As cartelas (esquadros) têm de estar contidas dentro da chapa de ligação. Diminuir a altura da cartela ou então aumentar a altura da chapa de ligação.

Erros relacionados com as angulares

- **Erro 108.1: O comprimento angular é excessivo**

O comprimento do perfil da angular solicitada excede os limites previstos. Este erro produz-se pelo facto de ser maior que a altura da alma da viga. A solução é diminuir esse comprimento.

- **Erro 108.2: A dimensão da angular excede a alma do pilar**

  Este erro surge em ligações viga-pilar pela alma do pilar quando a parte da angular que se coloca na alma do pilar chocar com o banzo do pilar. Altere o perfil da angular para outro inferior.

- **Erro 108.3: A angular e o banzo da viga sobrepõem-se**

  Nas ligações viga-pilar se o ângulo formado por estes é distinto de 90º, a angular pode chocar com algum dos banzos da viga. Altere o perfil da angular por outro inferior.

- **Erro 108.4: A angular não alcança a viga**

  Este erro surge quando o espaço entre o pilar e a viga é demasiado grande e a angular não é capaz de chegar a acoplar-se na viga. Duas soluções: diminuir o espaço entre a viga e pilar ou então modificar o perfil da angular por outro superior.

- **Erro 108.5: Angular com parafusos fora da viga**

  Os parafusos não são capazes de encaixar na viga. Mover os parafusos mais para a viga ou diminuir o espaço entre viga e pilar.

- **Erro 108.6: Diâmetro de parafusos maior que o dos furos**

  Os parafusos não cabem nos furos. Aumentar o tamanho dos furos ou então diminuir o diâmetro dos parafusos.

- **Erro 108.7: Parafusos colocados fora dos limites**

  Os parafusos saem da angular. Alterar as distâncias entre parafusos, número de filas e colunas de parafusos, distância entre eles…

- **Erro 108.8: As cabeças dos parafusos sobrepõem-se**

  Existe pouco espaço entre parafusos. Aumente as distâncias entre eles. Também pode diminuir o seu diâmetro.

- **Erro 108.9: As cabeças dos parafusos chocam com a esquina**

  Existe pouca distância do vértice da angular à primeira coluna de parafusos, tanto na viga como no pilar. Aumente essa distância.

Erros na geometria de ligações de perfis ocos *T-Connect* 3 e 4

- **Erro 101.5: Relação de diâmetros barra 1 - cordão não válido**
- **Erro 101.6: Relação diâmetro-espessura do cordão não válida**
- **Erro 101.7: Relação diâmetro-espessura da barra 1 não válida**
- **Erro 101.8: Relação de larguras barra 1 - cordão não válida**
- **Erro 101.9: Relação de dimensões do cordão não válida**
- **Erro 101.10: Relação de dimensões da barra 1 não válida**
- **Erro 101.11: Relação de dimensão-espessura do cordão não válida**
- **Erro 101.12: Ângulo barra - cordão menor de 30º**
- **Erro 101.13: Relação diâmetro-espessura da barra 2 não válida**
- **Erro 101.14: Sobreposição incorrecta**
- **Erro 101.15: Espaçamento incorrecto**
- **Erro 101.16: Relação de dimensões da barra 2 não válida**
- **Erro 101.17: Relação de larguras barra 2 - cordão não válida**

- **Erro 101.18: Relação de larguras de barras de reforço superior a 75%**
- **Erro 101.19: Ângulo entre barras de reforço menor de 30º**
- **Erro 101.20: Relação diâmetro-espessura da barra 3 não válida**
- **Erro 101.21: Relação de larguras barra 3 - cordão não válida**
- **Erro 101.22: Há alguma barra de espessura menor de 2.5 mm**
- **Erro 101.23: Há alguma barra de espessura maior de 25 mm**
- **Erro 101.24: Esmagamento - O diâmetro mínimo tem de ser superior a 1/3 do diâmetro nominal**
- **Erro 101.25: Esmagamento - Diâmetros não consistentes com o perfil.**
- **Erro 101.26: A largura/altura/diâmetro das barras de reforço é excessivo**

- **Erro 202.11: As barras de reforço são de classe 3 ou 4 em flexão simples**
- **Erro 202.12: A relação diâmetro / espessura do cordão deve estar entre 10 e 50**
- **Erro 202.13: A relação diâmetro / espessura do cordão deve estar entre 10 e 40**
- **Erro 202.14: A relação diâmetro de barra / diâmetro cordão deve estar entre 0,2 e 1**
- **Erro 202.15: A relação diâmetro / espessura das barras deve estar entre 10 e 50**
- **Erro 202.16: A classe do cordão deve ser 1 ou 2**
- **Erro 202.17: A classe das barras de reforço deve ser 1 ou 2**
- **Erro 202.18: O recobrimento das barras não deve ser menor que 25%**
- **Erro 202.19: O espaçamento entre 2 barras deve ser maior**
- **Erro 202.20: A relação largura das barras / largura do cordão deve ser maior**
- **Erro 202.21: A relação altura / largura do cordão e as barras deve estar entre 2 e 50**
- **Erro 202.22: O espaçamento entre 2 barras deve ser menor**
- **Erro 202.23: A relação (largura ou altura) / espessura do cordão deve ser inferior que 35**
- **Erro 202.24: A relação (largura ou altura) / espessura das barras deve ser inferior que 35**
- **Erro 202.25: A classe das barras de reforço deve ser 1**
- **Erro 202.26: A relação largura barra que recobre/largura de barra recoberta deve ser maior que ¾**

- **Barra 1 de reforço: tipo de soldadura não adequado**
- **Barra 2 de reforço: tipo de soldadura não adequado**
- **Reforço - Cordão (comp.): tipo de soldadura não adequado**
- **Reforço - Cordão (transv.): tipo de soldadura não adequado**

Erros no cálculo das ligações *T-Connect.*1 e 2

Estes erros dividem nas seguintes categorias:

Erros relacionados com os esforços

- **Erro 201.1: Não existem esforços últimos com os quais calcular**

  Não existem combinações de estado limite último para as quais realizar comprovações. No caso dos esforços serem explícitos, recordar que é necessário marcar o campo ELU na caixa de combinações para que tenham essa consideração.
- **Erro 201.2: Transverso Fz da viga excessivo para o modelo de cálculo**

- **Erro 201.3: Torsor Mx da viga excessivo para o modelo de cálculo**
- **Erro 201.4: Flector My da viga excessivo para o modelo de cálculo**

  Para estes três erros deve-se ter em conta que as comprovações realizam-se tendo unicamente em conta esforços no plano da ligação. Ainda assim, considera-se que se podem realizar as comprovações, se os esforços que não estão no plano de ligação são pequenos.
- **Erro 201.5: Impossível repartir os esforços entre os componentes da ligação**

  Não se pode encontrar uma situação de equilíbrio entre esforços actuantes e resistentes. Redimensione a ligação ou comprove a validade da ligação para estes esforços.
- **Erro 201.6: Não existem esforços de serviço com os quais calcular**

  Não existem esforços de serviço. Se os esforços são explícitos recordar que é necessário desmarcar o campo ELU para que a combinação seja de estado limite de serviço.

Erros relacionados com as dimensões

- **Erro 202.1: Esbelteza da alma do pilar excessiva**

  Aconselha-se a mudar de perfil para o pilar, para que se consiga diminuir a esbelteza.
- **Erro 202.2: Largura da chapa de alma do pilar insuficiente**
- **Erro 202.3: Espessura da chapa de alma do pilar insuficiente**
- **Erro 202.4: Altura da chapa de alma do pilar insuficiente**

  A comprovação do painel da alma do pilar ao transverso falha. Para ver as dimensões adequadas consultar a citada comprovação no capítulo Método dos componentes.
- **Erro 202.5: É necessário rigidificar o banzo do pilar**

  Aconselha-se a colocação de rigidificadores.
- **Erro 202.6: Existe mais de uma fila de parafusos traccionados acima da viga**
- **Erro 202.7: Existe mais de uma fila de parafusos traccionados abaixo da viga**

  A norma EN 1993-1-8:2005 não permite que exista mais de uma fila acima /abaixo do banzo superior / inferior da viga se os parafusos estiverem traccionados.
- **Erro 202.8: Largura da chapa de respaldo incorrecta**
- **Erro 202.9: Altura da chapa de respaldo insuficiente**

  Para que as dimensões das chapas de respaldo sejam correctas é necessário ter em atenção o exposto no ponto 6.2.4.3 da EN 1993-1-8:2005. A sua altura, b_{bp}, cobrirá desde o extremo do banzo até não mais de 3 mm antes do raio de concordância ou soldadura da alma.

  A sua altura h_{bp}, será:

  $h_{bp} \geq L_{eff,1}$

  $h_{bp} \geq$ altura a eixos coberta pelos parafusos traccionados + $2 \cdot e_{bp}$; com $e_{bp} \geq 2 \cdot d$, sendo:

  $L_{eff,1}$: comprimento eficaz para o modo 1 de falência.

  e_{bp}: distância do eixo dos parafusos exteriores ao bordo da chapa de respaldo.

  d: distância do bordo do banzo do pilar ao princípio do raio de concordância banzo-alma.

Erros de resistência

- **Erro 203.1: Resistência ao transverso da alma do pilar insuficiente**
- **Erro 203.2: Resistência à compressão transversal da alma do pilar insuficiente**
- **Erro 203.3: Resistência à tracção transversal da alma do pilar insuficiente**

Estes três erros podem solucionar-se colocando chapas de reforço de alma ou rigidificadores no pilar.

- **Erro 203.4: Resistência à flexão do banzo do pilar insuficiente**

  Não se cumpre a comprovação correspondente. Pode solucionar-se instalando rigidificadores na ligação.
- **Erro 203.5: Resistência à flexão da chapa de extremo da viga insuficiente**

  A solução é aumentar espessura ou alterar a disposição dos parafusos na chapa.
- **Erro 203.6: Resistência à compressão do banzo + alma da viga insuficiente**

  Tentar colocar cartelas para melhorar o comportamento.
- **Erro 203.7: Resistência à tracção da alma da viga insuficiente**

  Para este caso aconselha-se a mudar de perfil ou a colocar cartelas (esquadros).
- **Erro 203.8: Resistência à tracção do parafuso insuficiente**
- **Erro 203.9: Resistência ao transverso do parafuso insuficiente**

  Alterar o diâmetro do parafuso ou modificar o tipo por um de maior resistência.
- **Erro 203.10: Resistência à plastificação do parafuso insuficiente**

  Mudar de parafuso ou aumentar a espessura das chapas pode melhorar esta resistência.
- **Erro 203.11: Resistência à flexão da ligação insuficiente**
- **Erro 203.12: Resistência ao transverso da ligação insuficiente**
- **Erro 203.13: Resistência ao deslizamento da ligação insuficiente**
- **Erro 203.14: Resistência ao deslizamento em serviço da ligação insuficiente**

  As únicas soluções nestes casos são redimensionar a ligação por completo ou reconsiderar se o tipo de ligação que estamos a utilizar é a mais adequada para os esforços existentes.
- **Erro 203.15: Resistência de alguma soldadura insuficiente**

  A solução é o aumento da espessura da garganta ou alteração do tipo de soldadura.
- **Erro 203.16: Resistência à flexão da alma do pilar insuficiente**

  Articule a viga no pilar ou reconsidere se o tipo de ligação que está a utilizar é a mais adequada.
- **Erro 203.17: Resistência à flexão das angulares insuficiente**
- **Erro 203.18: Resistência ao axial das angulares insuficiente**

  Alterar o perfil da angular para um superior.
- **Erro 203.19: Resistência ao axial da chapa de extremo da viga insuficiente**

  Aumente a espessura da chapa ou experimente a colocação de cartelas (esquadros) se o procedimento anterior não tiver dado resultado.

Erros relacionados com as distâncias entre parafusos

Para solucionar os erros que aqui se enumeram, há que cumprir os requisitos de distâncias que se citam na tabela 3.3 da EN 1993-1-8:2005:

	Mínima	Máxima	
		Aços segundo EN 10025 (salvo EN 10025-5)	
		Ambiente agressivo	Ambiente protegido
E1 (distância ao extremo)	1,2·d0	4·t + 40 mm	
E2 (distância ao bordo)	1,2·d0	4·t + 40 mm	

	Mínima	Máxima	
		Aços segundo EN 10025 (salvo EN 10025-5)	
		Ambiente agressivo	Ambiente protegido
p1	2,2·d0	mín (14·t; 200 mm)	mín (14·t; 200 mm)
p1,0		mín (14·t; 200 mm)	
p1,i		mín (28·t; 400 mm)	
p2	2,4·d0	mín (14·t; 200 mm)	mín (14·t; 200 mm)

- **Erro 204.1: Distância do parafuso à alma do pilar insuficiente**
- **Erro 204.2: Distância do parafuso ao bordo do banzo do pilar insuficiente**
- **Erro 204.3: Distância do parafuso ao bordo superior do pilar insuficiente**
- **Erro 204.4: Distância do parafuso ao rigidificador do pilar insuficiente**
- **Erro 204.5: Distância entre filas de parafusos insuficiente (chapa comprimida)**
- **Erro 204.6: Distância entre parafusos da mesma fila insuficiente**
- **Erro 204.7: Distância do parafuso ao bordo superior do pilar excessiva**
- **Erro 204.8: Distância entre filas de parafusos excessiva (chapa comprimida)**
- **Erro 204.9: Distância entre parafusos da mesma fila excessiva**
- **Erro 204.10: Distância do parafuso ao bordo do banzo do pilar excessiva**
- **Erro 204.11: Distância do parafuso à alma da viga insuficiente**
- **Erro 204.12: Distância do parafuso ao bordo lateral da chapa de extremo insuficiente**
- **Erro 204.13: Distância do parafuso do bordo horizontal da chapa de extremo insuficiente**
- **Erro 204.14: Distância do parafuso ao banzo da viga (ou cartela) insuficiente**
- **Erro 204.15: Distância do parafuso ao bordo horizontal da chapa de extremo excessiva**
- **Erro 204.16: Distância do parafuso ao bordo lateral da chapa de extremo excessiva**
- **Erro 204.17: Distância do parafuso ao banzo do pilar insuficiente**
- **Erro 204.18: Distância do parafuso à 'perna' oposta da angular insuficiente**
- **Erro 204.19: Distância do parafuso ao bordo lateral da angular insuficiente**
- **Erro 204.20: Distância do parafuso ao bordo longitudinal da angular insuficiente**
- **Erro 204.21: Distância do parafuso ao bordo lateral da angular excessiva**

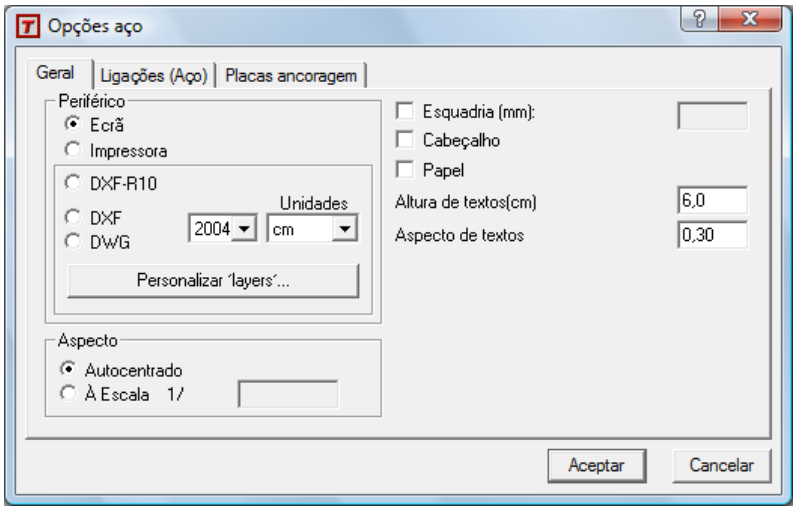
Erros em cálculo de ligações de perfis ocos *T-Connect.*3 e 4

- **Erro 205.1: Limite elástico do aço maior do que permitido**
  Fy inferior que 460 MPa
- **Erro 205.2: Produz-se plastificação da face do cordão**
- **Erro 205.3: Produz-se o esgotamento ou instabilidade da lateral do cordão**
- **Erro 205.4: Produz-se o esgotamento do cordão por transverso**
- **Erro 205.5: Produz-se a rotura do cordão por punçoamento**
- **Erro 205.6: Produz-se a rotura das barras de reforço por perda de secção eficaz**
- **Erro 205.7: Produz-se o esgotamento por encurvadura local do cordão ou das barras de reforço**
- **Erro 205.8: Não se cumprem os limites de validade da tabela 7.1 de EN 1993-1-8:2005**
- **Erro 205.9: Não se cumprem os limites de validade da tabela 7.8 de EN 1993-1-8:2005**

Resultados

Saída de desenhos de pormenorização das ligações

T-Connect pormenoriza, quer funcionando integrado dentro do ***Tricalc*** como trabalhando de forma independente, os modelos das ligações com a sua informação gráfica. No **menu Resultados>Aço** acede-se às opções gerais da saída de desenhos, com três separadores: **Geral**, **Ligações (Aço)** e **Placas de ancoragem**.



Opções: Separador *Geral*

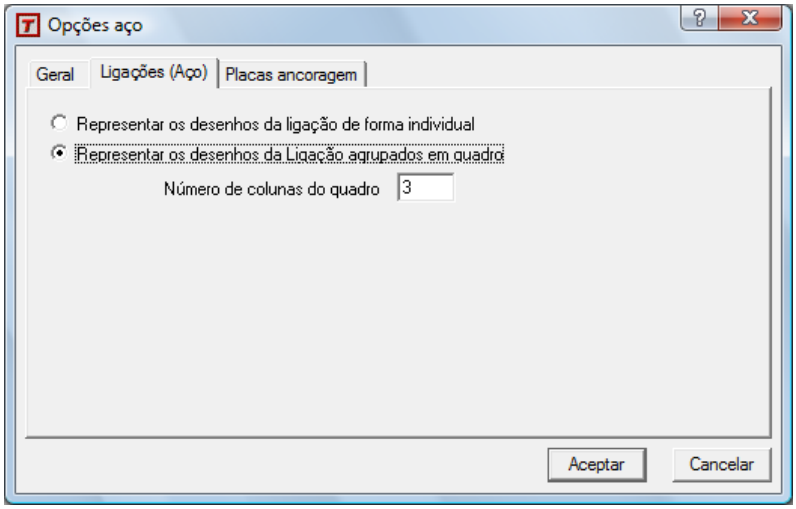
O separador **Geral** permite-nos seleccionar o periférico, formato de saída, aspecto…

Periférico	Permite definir o periférico onde se obterão os resultados:
Ecrã	Os desenhos obtêm-se para o ecrã.
Impressora	O periférico de saída pré-definido no Painel do Controlo do Windows utilizar-se-á para as saídas de planos.
DXF-R10/DXF/DWG	A saída de desenhos enviar-se-á para um ficheiro em formato DXF ou DWG próprio do AutoCad®. Caso se pretenda um DXF da revisão 10 do AutoCad® marcar o campo DXF-R10. Para posteriores revisões do AutoCad® (11, 13, 14, 2000, 2004 e 2007), permitem-se os formatos DXF e DWG. Para seleccionar os mencionados formatos, marcar o campo DXF ou DWG e seleccionar a revisão pretendida. O programa pergunta pelo nome dado ao ficheiro que se irá criar na pasta do programa ou na pasta de ficheiros DXF/DWG especificada.
Personalizar 'layers'...	Permite editar os nomes dos 'layers' e as cores, a fim de que o utilizador possa personalizar os mesmos.

Aspecto	Nesta opção define-se a escala na qual se quer obter os gráficos de resultados. Existem basicamente duas opções:
Autocentrado	O programa calcula automaticamente a escala necessária para que o documento gráfico fique contido nas dimensões da folha de papel.
À escala	O programa obtém o gráfico na escala definida pelo utilizador. Se na escala fixada não é possível representar o desenho nos limites do papel, o programa assinalará essa situação, devendo rever-se as seguintes opções: • Modificar a escala a fim de que seja mais pequena. • Modificar a altura dos textos, uma vez que esta influi no tamanho dos gráficos.
Esquadria (mm)	Esta opção desenha uma esquadria em redor de todo o gráfico, com a escala gráfica do desenho que se obtém.
Cabeçalho	Esta opção permite desenhar um cabeçalho na parte superior da folha com o tipo de gráfico e os nomes e descrições do projecto e da estrutura.
Papel	Esta opção permite desenhar no ecrã, um rectângulo ponteado a cores, que representa o bordo da folha actualmente seleccionada. Desta forma pode-se comprovar como ficará o que se pretende imprimir comparativamente com o tamanho da folha seleccionada.
Altura de textos (cm)	Esta opção permite definir a altura dos textos que aparecem nos desenhos. O seu valor introduz-se em unidades reais, em centímetros. Esta opção é independente da opção **Altura de textos** utilizada para os demais gráficos da estrutura e contida na caixa **Ajudas>Escalas Gráficos**.
Aspecto de textos	Esta opção permite definir o aspecto dos textos, ou seja, a relação entre a sua altura e a sua largura. Da mesma forma que na opção anterior, é independente do conteúdo do menu **Ajudas> Escalas Gráficas...**

Opções: Separador *Ligações (Aço)*

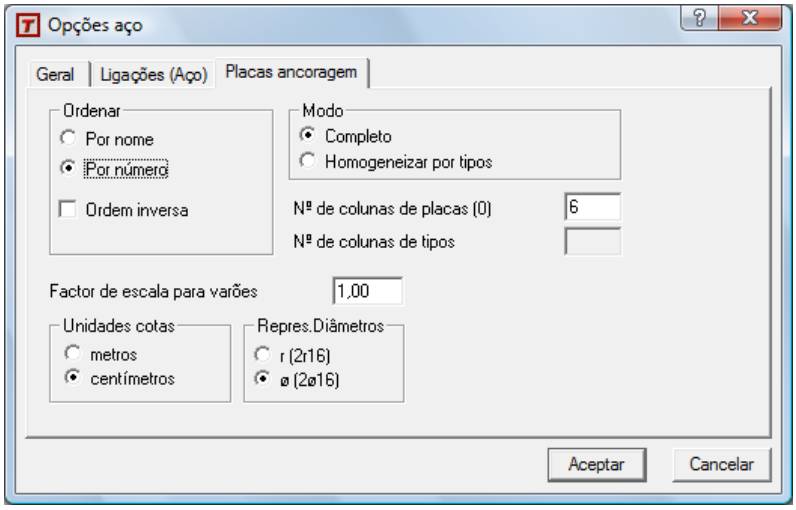
No separador **Ligações (Aço)** selecciona-se se pretende obter cada desenho de forma individual ou agrupado em quadros. Ao seleccionar esta última opção especificam-se as colunas que irão criar nesse mesmo quadro.



Quando se selecciona a opção **Desenhar as pormenorizações das ligações agrupadas em quadro**, só se representam no quadro os modelos que têm a sua geometria correcta.

Opções: Separador *"Placas Ancoragem"*

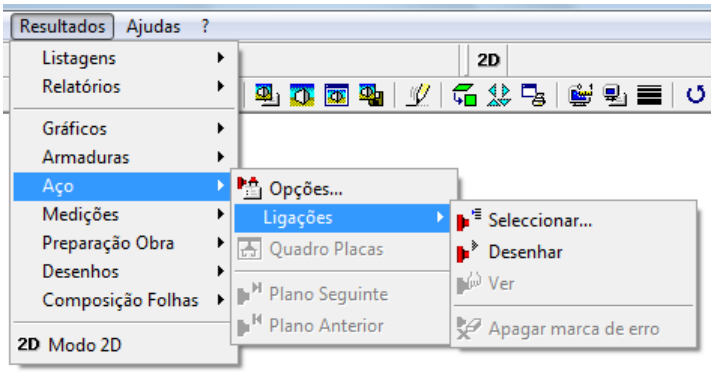
As opções referentes às placas de ancoragem estão agrupadas num separador desta caixa de diálogo. Os utilizadores que disponham do ***T-Connect*** em configuração independente não podem calcular placas de ancoragem, porém no caso de possuírem estruturas calculadas com ***Tricalc*** poderão utilizar esta caixa de opções para visualizar os resultados das placas de ancoragem.



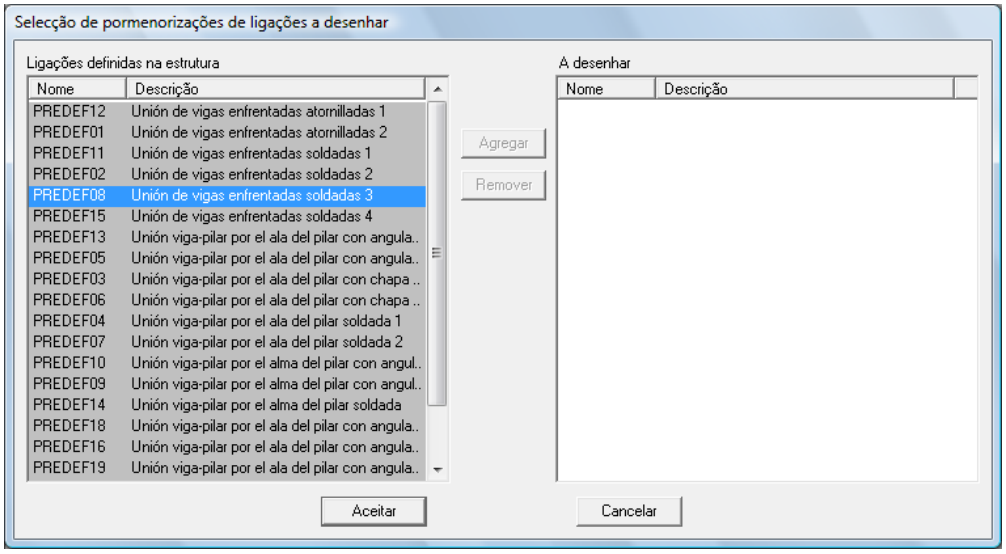
Ordenar — Permite seleccionar uma ordenação por nome ou por número no quadro de placas de ancoragem. Marcando o campo **Ordem inversa** seleccionamos o sentido da ordenação.

Modo	As opções aqui definidas afectam o agrupamento dos resultados das placas.
Completo	Visualizam-se todas as placas de ancoragem com o seu correspondente desenho. Activa-se o campo **Nº de colunas das placas** para introduzir o número de colunas pretendido na saída de resultados.
Homogeneizado por tipos	Visualizam todas as placas de ancoragem e faz-se referência aos diferentes tipos de placas existentes. Com esta referência, pode-se encontrar mais abaixo o desenho do referido tipo. Activa-se, aparte do **Nº de colunas de placas** com o mesmo objectivo do capítulo anterior, o campo **Nº de colunas de tipos**, para introduzir o número de colunas de desenhos de tipos de placas que pretendemos visualizar.
Factor de escala para varões	Permite desenhar os varões a outra escala para uma melhor visualização.
Unidades cotas	Cotas em metros ou centímetros.
Caractere planos	Podemos seleccionar a nomenclatura dos varões como r ou ∅.

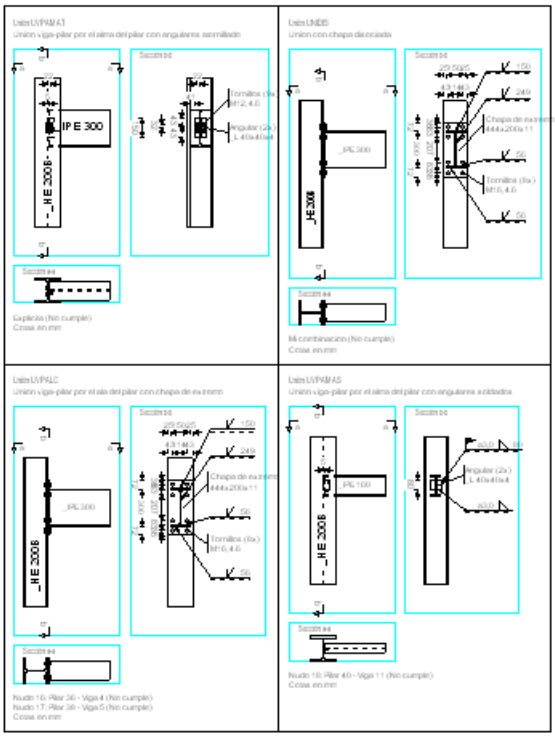
No submenu **Resultados>Aço>Ligações** encontram-se as seguintes funções: **Seleccionar**, **Desenhar pormenorização**, **Ver pormenorização** e **Apagar marca de erro**:



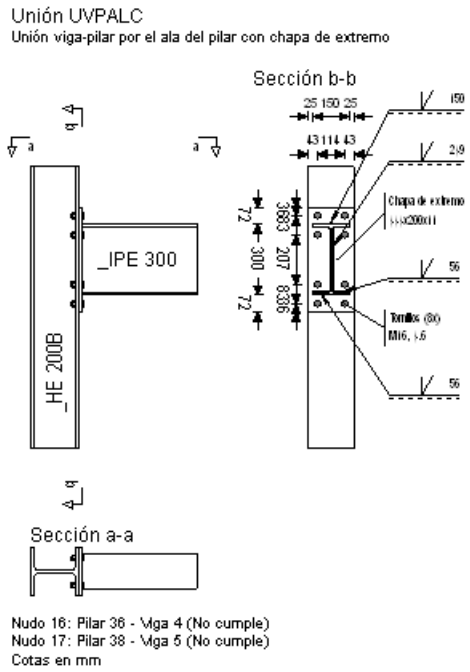
- **Seleccionar**: permite agregar ou eliminar as ligações cujos desenhos serão visualizados. Representam-se **em cinza** as ligações que não estão calculadas ou que apresentam erros no seu cálculo. A caixa de diálogo é a seguinte:


Selecção de pormenorizações de ligações a desenhar
Ligações definidas na estrutura
Nome
Descrição
PREDEF12 Unión de vigas enfrentadas atornilladas 1
PREDEF01 Unión de vigas enfrentadas atornilladas 2
PREDEF11 Unión de vigas enfrentadas soldadas 1
PREDEF02 Unión de vigas enfrentadas soldadas 2
PREDEF08 Unión de vigas enfrentadas soldadas 3
PREDEF15 Unión de vigas enfrentadas soldadas 4
PREDEF13 Unión viga-pilar por el ala del pilar con angula..
PREDEF05 Unión viga-pilar por el ala del pilar con angula..
PREDEF03 Unión viga-pilar por el ala del pilar con chapa ..
PREDEF06 Unión viga-pilar por el ala del pilar con chapa ..
PREDEF04 Unión viga-pilar por el ala del pilar soldada 1
PREDEF07 Unión viga-pilar por el ala del pilar soldada 2
PREDEF10 Unión viga-pilar por el alma del pilar con angul..
PREDEF09 Unión viga-pilar por el alma del pilar con angul..
PREDEF14 Unión viga-pilar por el alma del pilar soldada
PREDEF18 Unión viga-pilar por el ala del pilar con angula..
PREDEF16 Unión viga-pilar por el ala del pilar con angula..
PREDEF19 Unión viga-pilar por el ala del pilar con angula..
Agregar
Remover
A desenhar
Nome
Descrição
Aceitar
Cancelar

- **Desenhar pormenorização**: Mostra uma lista dos desenhos seleccionados consoante a forma de visualização seleccionada (um a um ou por grupos):



Agrupados en cuadro


Unión UVPALC
Unión viga-pilar por el ala del pilar con chapa de extremo
Sección b-b
Sección a-a
_IPE 300
_HE 200B
Nudo 16: Pilar 36 - Viga 4 (No cumple)
Nudo 17: Pilar 38 - Viga 5 (No cumple)
Cotas en mm

Uno a uno

Quando se tem seleccionada a opção **Desenhar as pormenorizações da ligação de forma individual**, a visualização realiza-se plano a plano, e é possível deslocar-se pela lista de planos através dos comandos **Plano seguinte** e **Plano anterior**, no menu **Resultados>Aço**.

Para que o plano de um modelo de ligação se represente dever-se-ão cumprir as seguintes condições:

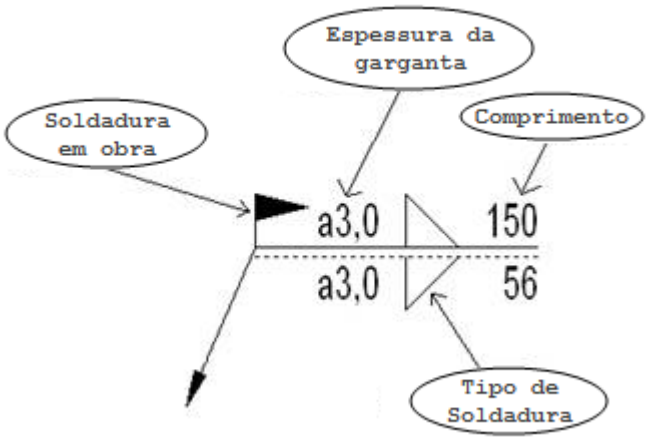
- É necessário que as ligações sejam viáveis (ver capítulo *Condições que devem cumprir os perfis*), a sua geometria seja correcta e estejam calculadas.
- O modelo da ligação deverá estar atribuído a algum nó ou ter alguma atribuição explícita.
- Não se consideram as atribuições realizadas a nós em que não são viáveis.

No desenho de cada modelo de ligação aparece a lista das barras às quais se atribuiu esse modelo (só ligações viáveis) e se a ligação não cumpre aparecerá entre parênteses o texto **NÃO CUMPRE.**

- **Ver pormenor**: sempre que se tenha seleccionado a opção **Desenhar os pormenores da ligação de forma individual**, com a função **Ver pormenor** selecciona-se uma determinada ligação dentro da estrutura e exibe-se a sua pormenorização. Se a ligação que se selecciona não está na lista de ligações a desenhar o programa avisará para esta situação. Para seleccionar uma ligação será necessário clicar sobre o nó, e no caso de existirem várias ligações atribuídas e essa mesmo nó, será necessário clicar também na barra que configura a ligação para ficar totalmente definido o plano que se pretende visualizar.
- **Remover a marca de erro**: em cada desenho que se representa faz-se referência se a ligação cumpre com os requerimentos exigidos ou não. No caso de não cumprir, seleccionando esta opção elimina-se a marca de erro. Se o modo de visualização seleccionado é o agrupamento em quadro, haverá que marcar de qual das ligações se quer remover a marca de erro.

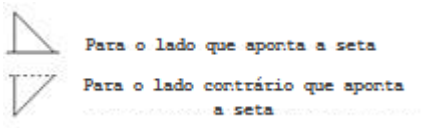
Desenhos: critério de representação das soldaduras

Quando nos desenhos se descreve uma soldadura utiliza-se o seguinte convénio:

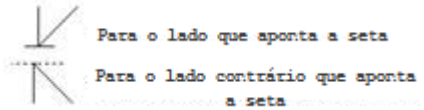


Os tipos de soldadura que se contemplam no ***T-Connect*** são:

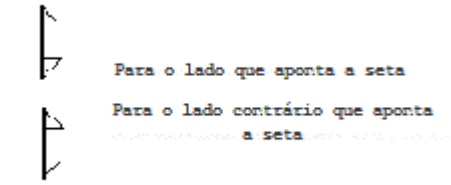
- **Soldadura em ângulo**: fica definida pela espessura da garganta e um comprimento. O seu símbolo e orientação é :



- Soldadura de penetração completa: fica definida pelo comprimento do cordão de soldadura. O seu símbolo é:



- **Soldadura variável**: fica definida na parte de soldadura em ângulo por uma espessura de garganta.

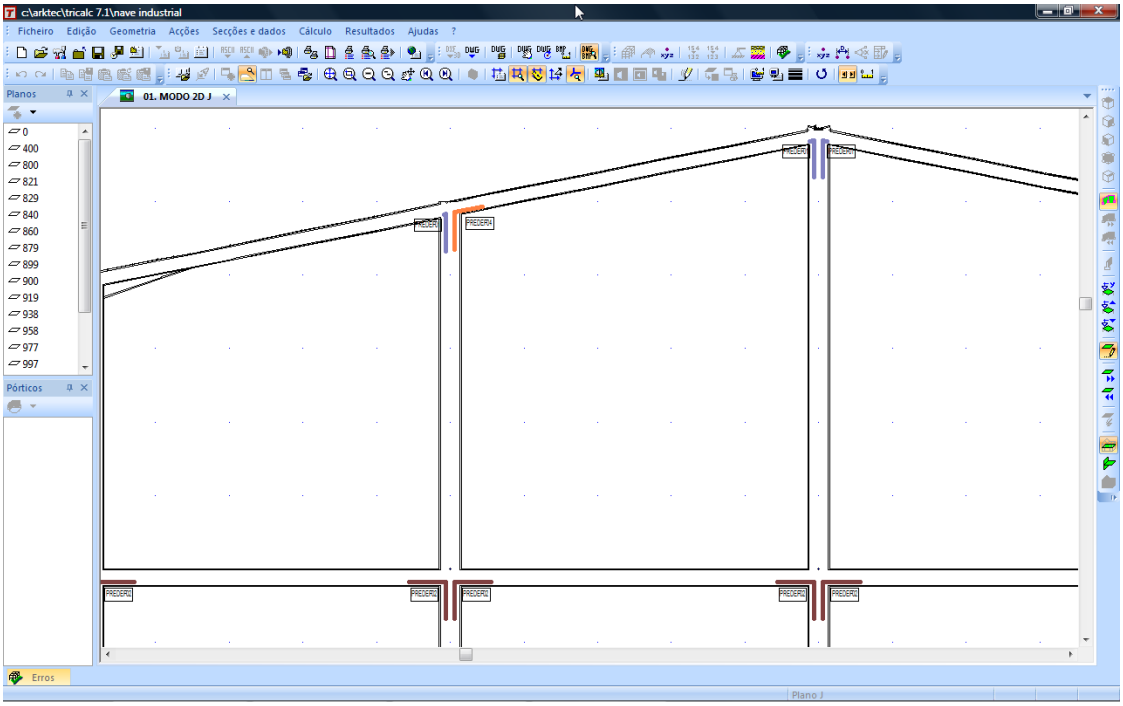


Caso não apareça o símbolo da soldadura em obra, significa que a soldadura realiza-se em oficina. No caso da soldadura em ângulo, ***T-Connect*** exige que a espessura da garganta mínima seja de 3mm.

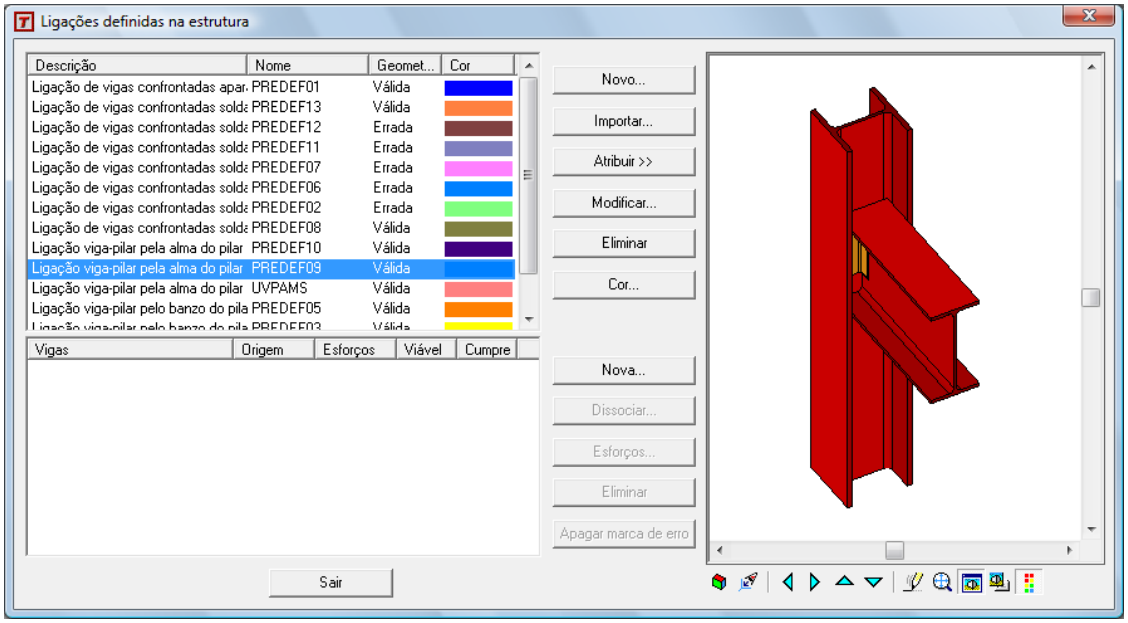
A composição de folhas é uma função do ***Tricalc***, e portanto só está disponível para utilizadores que disponham das funções do ***T-Connect*** dentro do ***Tricalc***, com uma nova opção denominada **Ligações entre barras de aço** na composição automática. O funcionamento da composição de folhas é como com o resto dos elementos do ***Tricalc***.

Identificação das ligações nos desenhos

É possível representar nos desenhos de cada plano da estrutura a identificação das ligações utilizadas em cada nó.



O código representado relaciona-se com o modelo de ligação atribuída a cada nó incluído na função **Geometria>Ligações (Aço)>Atribuir/Modificar...**


Ligações definidas na estrutura
Descrição Nome Geomet... Cor
Ligação de vigas confrontadas apar PREDEF01 Válida
Ligação de vigas confrontadas solda PREDEF13 Válida
Ligação de vigas confrontadas solda PREDEF12 Errada
Ligação de vigas confrontadas solda PREDEF11 Errada
Ligação de vigas confrontadas solda PREDEF07 Errada
Ligação de vigas confrontadas solda PREDEF06 Errada
Ligação de vigas confrontadas solda PREDEF02 Errada
Ligação de vigas confrontadas solda PREDEF08 Válida
Ligação viga-pilar pela alma do pilar PREDEF10 Válida
Ligação viga-pilar pela alma do pilar PREDEF09 Válida
Ligação viga-pilar pela alma do pilar UVPAMS Válida
Ligação viga-pilar pelo banzo do pila PREDEF05 Válida
Vigas Origem Esforços Viável Cumpre
Novo...
Importar...
Atribuir >>
Modificar...
Eliminar
Cor...
Nova...
Dissociar...
Esforços...
Eliminar
Apagar marca de erro
Sair

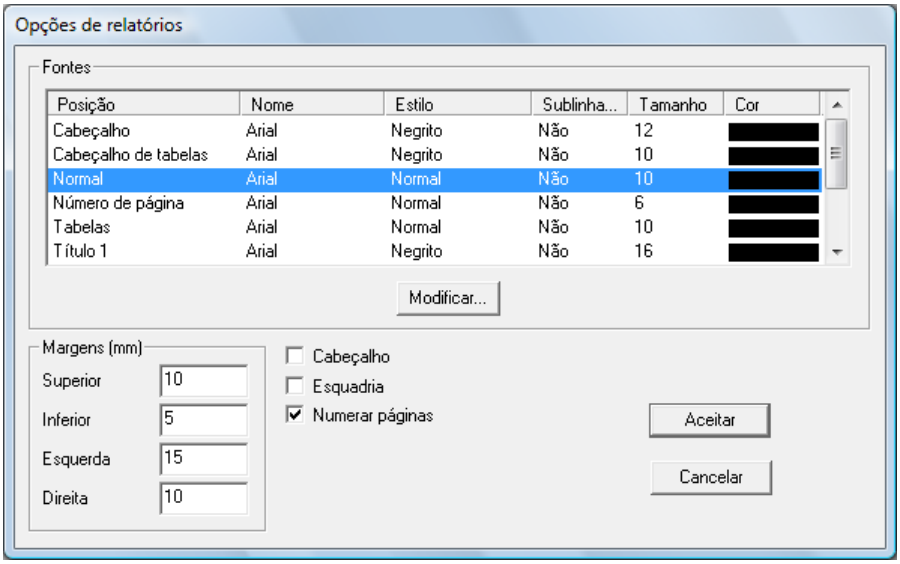
Por exemplo, o código **PREDEF03** é uma ligação do tipo **Ligação viga-pilar pelo banzo com chapa de extremo**, incluída na caixa **Ligações definidas na estrutura**. Este modelo de ligação é o utilizado nos pilares 1 a 10, conforme se mostra na lista inferior desta caixa.

Relatório de cálculo e cálculo

T-Connect gera um relatório em formato PDF, da Adobe Acrobat©, que inclui os dados d resultados de todas as ligações de uma estrutura.

Opções de apresentação

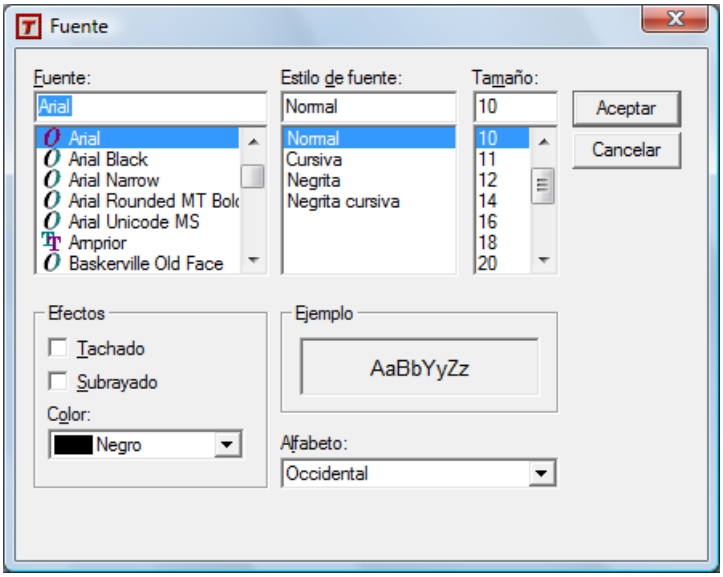
Existe uma caixa de opções no qual se podem seleccionar os estilos de cada uma das partes do relatório, o qual se acede através da função do menu **Resultados>Relatórios>Opções.**



Em cada relatório incluem-se textos, tabelas e gráficos. Na coluna **Posição** identificam-se os diferentes tipos de textos incluídos num relatório: **Cabeçalho**, **Cabeçalho de tabelas**, **Normal**, **Número de página**, **Tabelas**, **Título 1**, **Título 2**, **Título 3**, **Título 4** e **Título 5**.

As colunas **Nome**, **Estilo**, **Sublinhado**, **Tamanho** e **Cor** permitem definir as características e propriedades de cada um dos textos.

Através do botão **Modificar** acede-se à modificação as características de cada estilo:

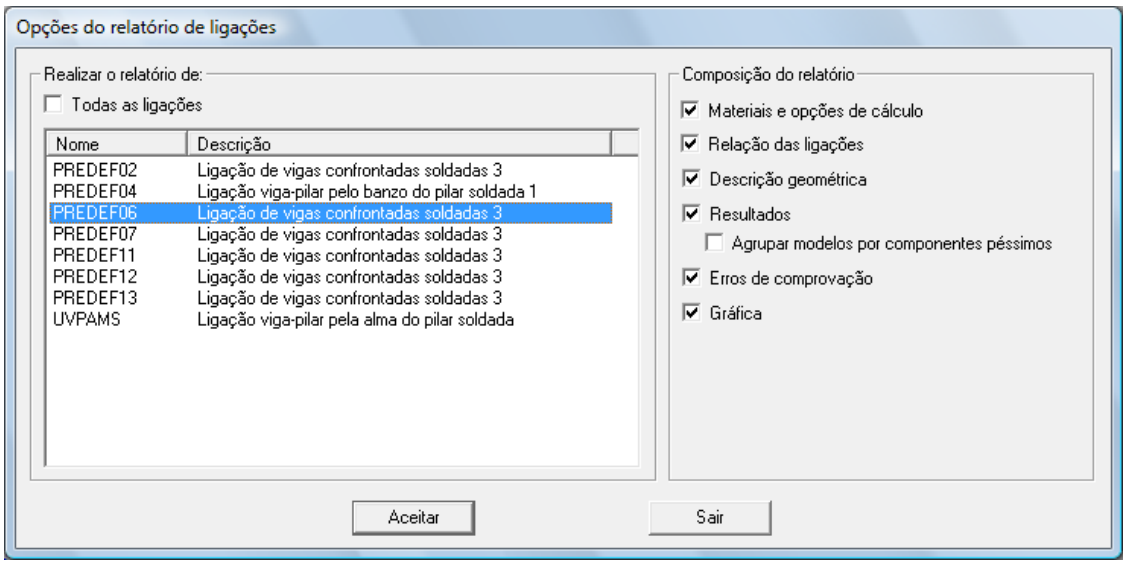


As opções nos grupos **Margens (mm)** permitem fixar as margens **Superior**, **Inferior**, **esquerda** e **Direita** da folha de papel.

A opção **Cabeçalho** permite incluir o nome do projecto e da estrutura em cada folha do relatório.

Informação a incluir

Uma vez seleccionados os estilos a utilizar nos relatórios, acede-se à função **Resultados>Relatórios> Ligações.**

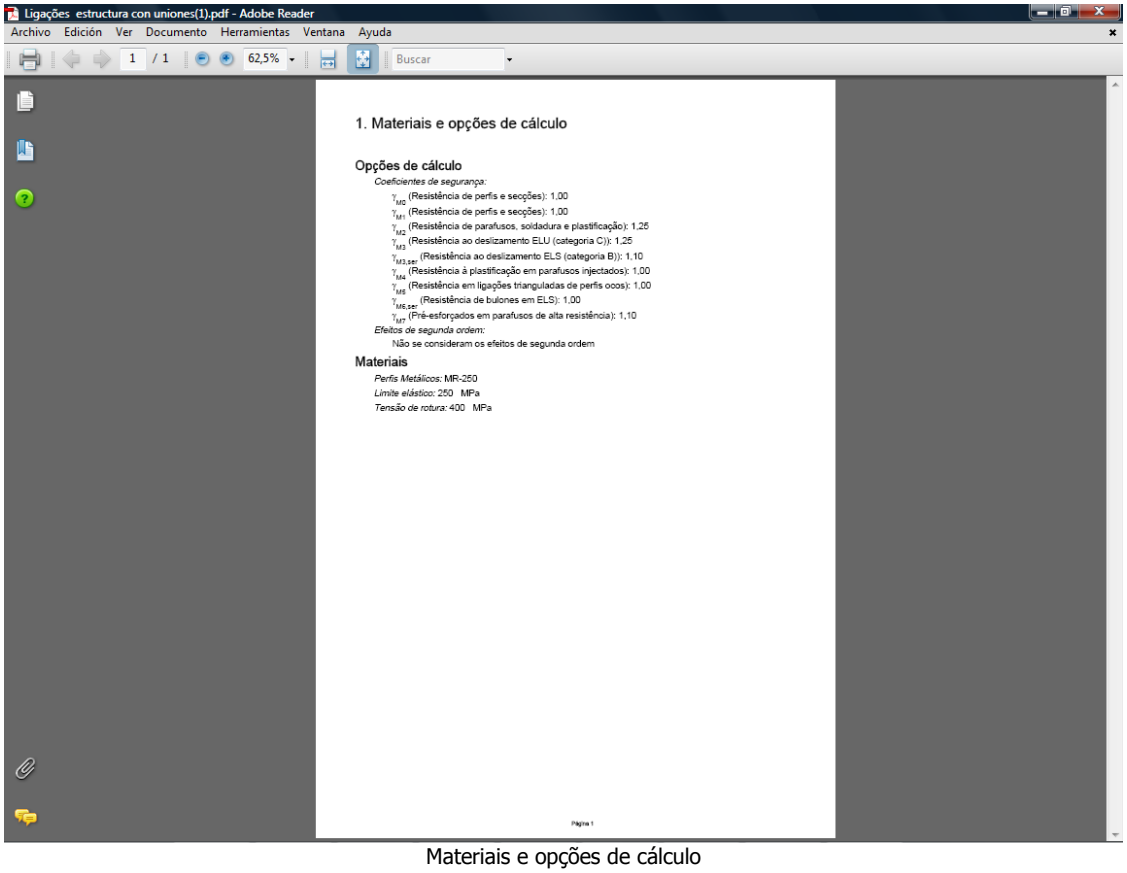

Opções do relatório de ligações
Realizar o relatório de:
Todas as ligações
Nome
Descrição
PREDEF02 Ligação de vigas confrontadas soldadas 3
PREDEF04 Ligação viga-pilar pelo banzo do pilar soldada 1
PREDEF06 Ligação de vigas confrontadas soldadas 3
PREDEF07 Ligação de vigas confrontadas soldadas 3
PREDEF11 Ligação de vigas confrontadas soldadas 3
PREDEF12 Ligação de vigas confrontadas soldadas 3
PREDEF13 Ligação de vigas confrontadas soldadas 3
UVPAMS Ligação viga-pilar pela alma do pilar soldada
Composição do relatório
Materiais e opções de cálculo
Relação das ligações
Descrição geométrica
Resultados
Agrupar modelos por componentes péssimos
Erros de comprovação
Gráfica
Aceitar
Sair

Nesta caixa de diálogo selecciona-se as ligações a incluir no relatório, podendo seleccionar todas activando no campo colocado para esse efeito no cabeçalho da lista de ligações. Pode obter-se um

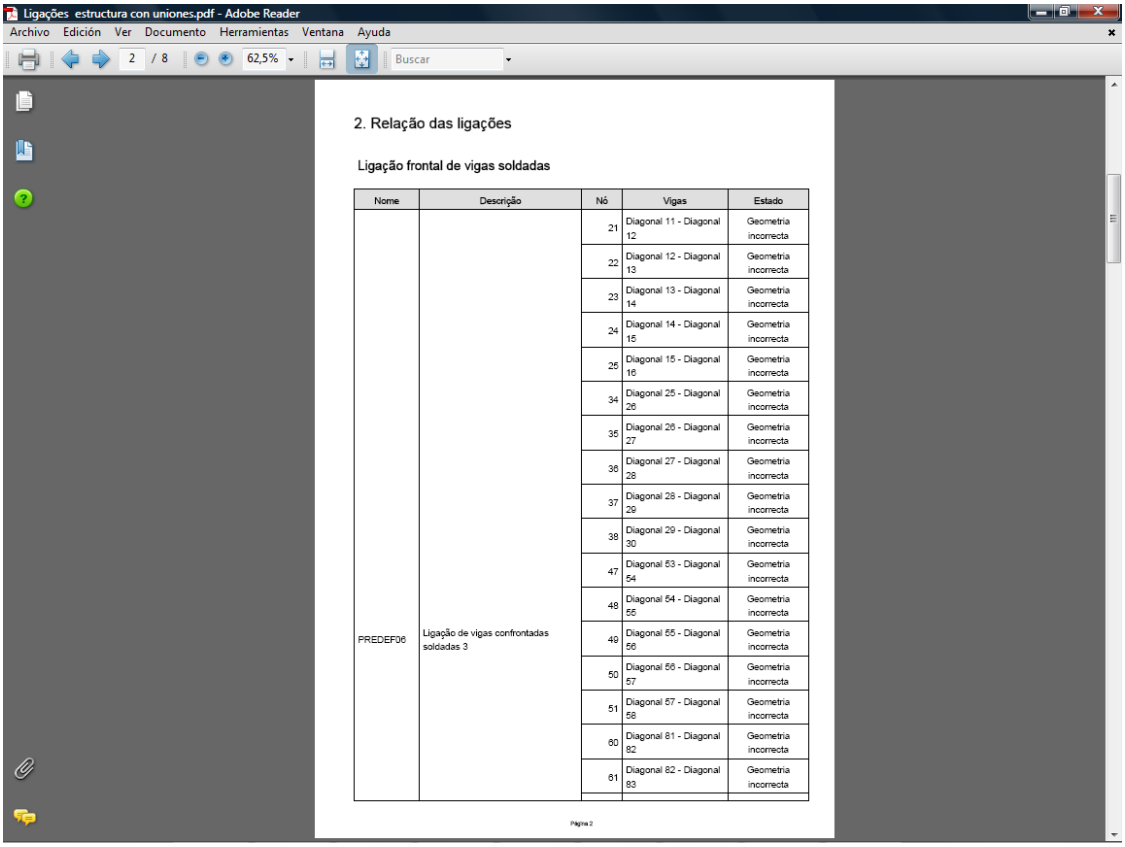
relatório independente de cada ligação, ou um relatório agrupado de todas ou algumas ligações. No capítulo *Composição do relatório,* selecciona-se a informação a incluir no relatório:

- **Materiais e opções de cálculo**.
- **Relação de ligações**: inclui-se no relatório uma tabela na qual se enumeram as ligações seleccionadas, fazendo referência aos nós nas que estão colocadas e as barras que participam, além de indicar se essa ligação cumpre ou não. As ligações agrupam-se por tipos.
- **Descrição geométrica**: enumeram-se as ligações da estrutura, mencionando todas as suas características geométricas.
- **Resultados**: para cada ligação exibe-se a comprovação de componentes com os valores das variáveis utilizadas em cada componente, bem como as combinações de esforços que participam no aproveitamento péssimo de cada componente. É um desdobramento da informação que aparece na caixa de diálogo Identificação, resultados e exportação. Caso assinale o campo **Agrupar modelos** por componentes péssimos consegue-se para uma determinada ligação, citar para cada componente o nó e as barras onde se produz a sua situação péssima. A informação sobre variáveis estará na base da tabela resultante, e mostrar-se-á combinações de esforços participantes.
- **Erros de comprovação**: exibem-se os erros indicando o nó no qual se produziu o erro, com as barras participantes na ligação e a descrição do erro produzido.
- **Gráfico**: de cada ligação, exibe um croqui cotado. É necessário que a ligação seja viável, a sua geometria seja correcta e esteja calculada.

Pressionando o botão **Aceitar**, mostra-se um ficheiro PDF que se guarda na pasta definida como Pasta de trabalho nas opções do programa. Para a visualização, é necessário que esteja instalado o software Adobe Acrobat Reader®. A aparência desse relatório é semelhante ao apresentado nas seguintes figuras:


Ligações estructura con uniones(1).pdf - Adobe Reader
Archivo Edición Ver Documento Herramientas Ventana Ayuda
1 / 1
62,5%
Buscar
1. Materiais e opções de cálculo
Opções de cálculo
Coeficientes de segurança:
γ_{M0} (Resistência de perfis e secções): 1,00
γ_{M1} (Resistência de perfis e secções): 1,00
γ_{M2} (Resistência de parafusos, soldadura e plastificação): 1,25
γ_{M3} (Resistência ao deslizamento ELU (categoria C)): 1,25
$\gamma_{M3,ser}$ (Resistência ao deslizamento ELS (categoria B)): 1,10
γ_{M4} (Resistência à plastificação em parafusos injectados): 1,00
γ_{M5} (Resistência em ligações trianguladas de perfis ocos): 1,00
$\gamma_{M6,ser}$ (Resistência de bulones em ELS): 1,00
γ_{M7} (Pré-esforçados em parafusos de alta resistência): 1,10
Efeitos de segunda ordem:
Não se consideram os efeitos de segunda ordem
Materiais
Perfis Metálicos: MR-250
Limite elástico: 250 MPa
Tensão de rotura: 400 MPa

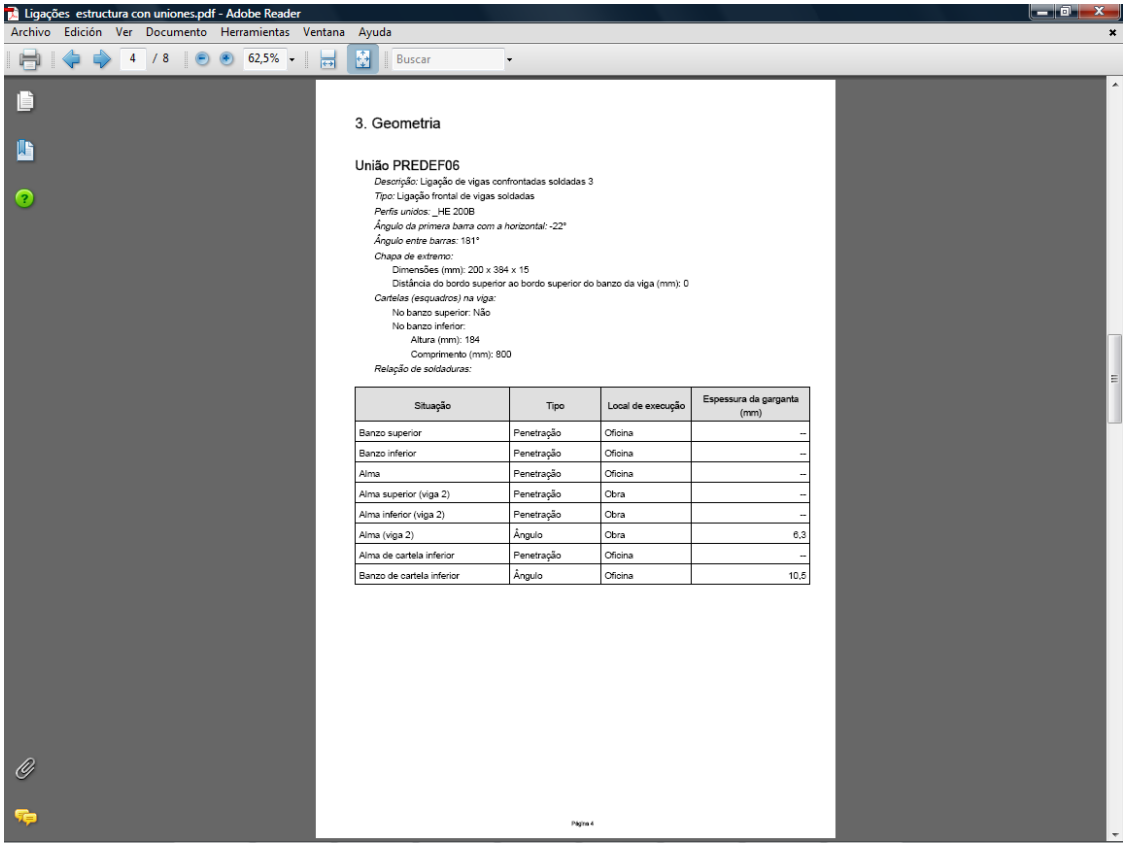
Materiais e opções de cálculo



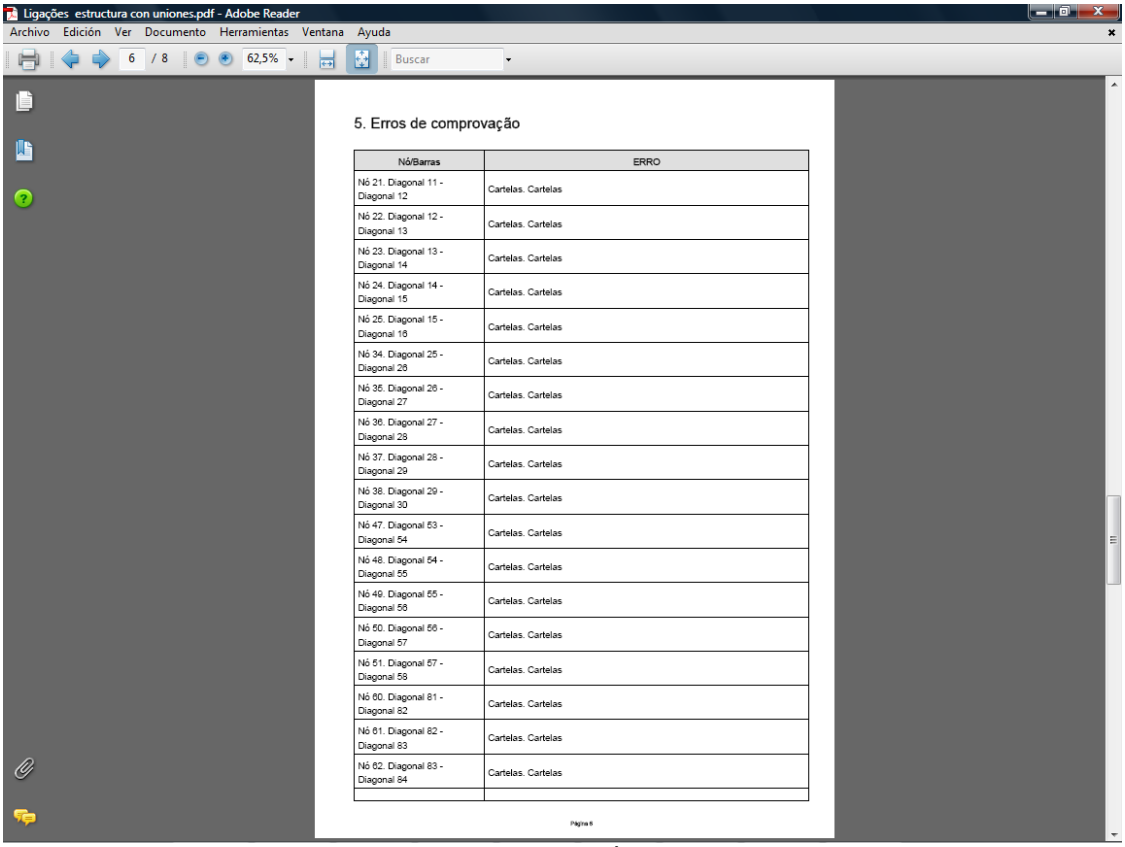
2. Relação das ligações

Ligação frontal de vigas soldadas

Nome	Descrição	Nó	Vigas	Estado
PREDEF06	Ligação de vigas confrontadas soldadas 3	21	Diagonal 11 - Diagonal 12	Geometria incorrecta
		22	Diagonal 12 - Diagonal 13	Geometria incorrecta
		23	Diagonal 13 - Diagonal 14	Geometria incorrecta
		24	Diagonal 14 - Diagonal 15	Geometria incorrecta
		25	Diagonal 15 - Diagonal 16	Geometria incorrecta
		34	Diagonal 25 - Diagonal 26	Geometria incorrecta
		35	Diagonal 26 - Diagonal 27	Geometria incorrecta
		36	Diagonal 27 - Diagonal 28	Geometria incorrecta
		37	Diagonal 28 - Diagonal 29	Geometria incorrecta
		38	Diagonal 29 - Diagonal 30	Geometria incorrecta
		47	Diagonal 53 - Diagonal 54	Geometria incorrecta
		48	Diagonal 54 - Diagonal 55	Geometria incorrecta
		49	Diagonal 55 - Diagonal 56	Geometria incorrecta
		50	Diagonal 56 - Diagonal 57	Geometria incorrecta
		51	Diagonal 57 - Diagonal 58	Geometria incorrecta
		60	Diagonal 81 - Diagonal 82	Geometria incorrecta
		61	Diagonal 82 - Diagonal 83	Geometria incorrecta


Ligações estructura con uniones.pdf - Adobe Reader
Archivo Edición Ver Documento Herramientas Ventana Ayuda
4 / 8
62,5%
Buscar
3. Geometria
União PREDEF06
Descrição: Ligação de vigas confrontadas soldadas 3
Tipo: Ligação frontal de vigas soldadas
Perfis unidos: _HE 200B
Ângulo da primera barra com a horizontal: -22°
Ângulo entre barras: 181°
Chapa de extremo:
Dimensões (mm): 200 x 384 x 15
Distância do bordo superior ao bordo superior do banzo da viga (mm): 0
Cartelas (esquadros) na viga:
No banzo superior: Não
No banzo inferior:
Altura (mm): 184
Comprimento (mm): 800
Relação de soldaduras:
Situação | Tipo | Local de execução | Espessura da garganta (mm)
Banzo superior | Penetração | Oficina | --
Banzo inferior | Penetração | Oficina | --
Alma | Penetração | Oficina | --
Alma superior (viga 2) | Penetração | Obra | --
Alma inferior (viga 2) | Penetração | Obra | --
Alma (viga 2) | Ângulo | Obra | 6,3
Alma de cartela inferior | Penetração | Oficina | --
Banzo de cartela inferior | Ângulo | Oficina | 10,5

Relação de ligações de uma estrutura e sua geometria

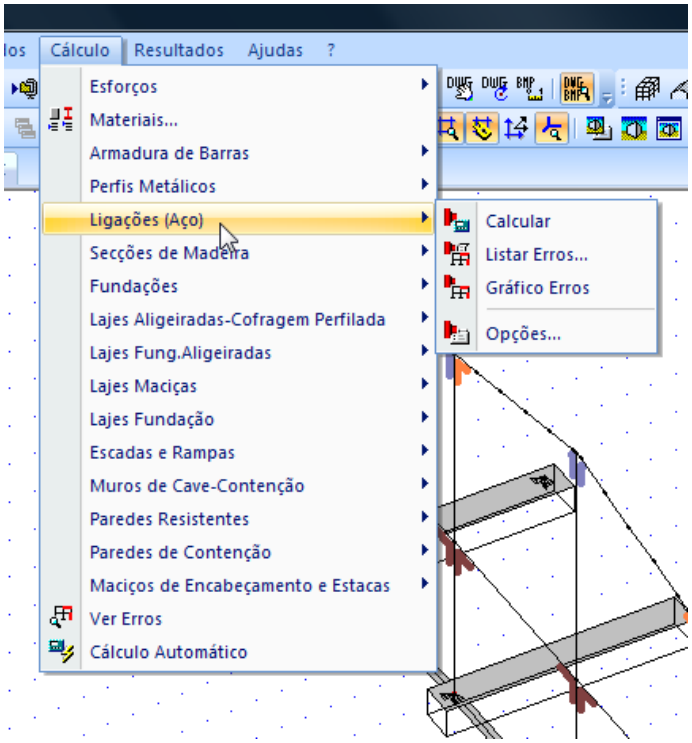

Ligações estructura con uniones.pdf - Adobe Reader
Archivo Edición Ver Documento Herramientas Ventana Ayuda
6 / 8
62,5%
Buscar
5. Erros de comprovação
Nó/Barras
ERRO
Nó 21. Diagonal 11 - Diagonal 12
Cartelas. Cartelas
Nó 22. Diagonal 12 - Diagonal 13
Cartelas. Cartelas
Nó 23. Diagonal 13 - Diagonal 14
Cartelas. Cartelas
Nó 24. Diagonal 14 - Diagonal 15
Cartelas. Cartelas
Nó 25. Diagonal 15 - Diagonal 16
Cartelas. Cartelas
Nó 34. Diagonal 25 - Diagonal 26
Cartelas. Cartelas
Nó 35. Diagonal 26 - Diagonal 27
Cartelas. Cartelas
Nó 36. Diagonal 27 - Diagonal 28
Cartelas. Cartelas
Nó 37. Diagonal 28 - Diagonal 29
Cartelas. Cartelas
Nó 38. Diagonal 29 - Diagonal 30
Cartelas. Cartelas
Nó 47. Diagonal 53 - Diagonal 54
Cartelas. Cartelas
Nó 48. Diagonal 54 - Diagonal 55
Cartelas. Cartelas
Nó 49. Diagonal 55 - Diagonal 56
Cartelas. Cartelas
Nó 50. Diagonal 56 - Diagonal 57
Cartelas. Cartelas
Nó 51. Diagonal 57 - Diagonal 58
Cartelas. Cartelas
Nó 60. Diagonal 81 - Diagonal 82
Cartelas. Cartelas
Nó 61. Diagonal 82 - Diagonal 83
Cartelas. Cartelas
Nó 62. Diagonal 83 - Diagonal 84
Cartelas. Cartelas

Resultados de cálculo

No capítulo *Variáveis por componentes* utiliza-se uma notação cuja referência completa pode ser consultada na memória de cálculo ou na Norma EN 1993-1-8:2005.

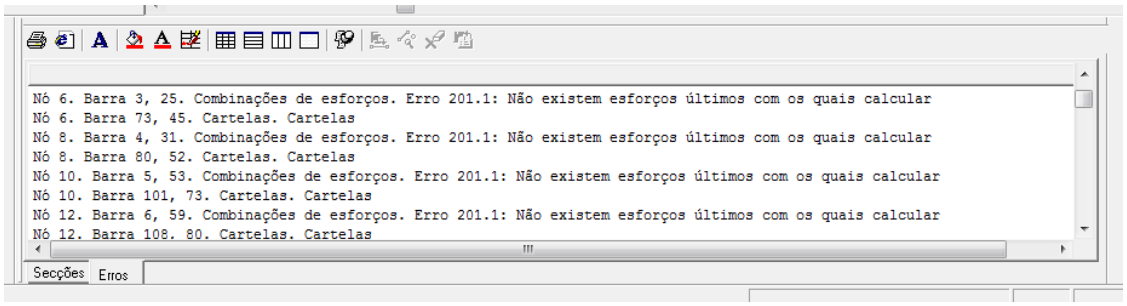
Listagem de erros

Através da função **Cálculo>Ligações (Aço)>Listagem de erros**, obtém-se informação sobre os erros das ligações de uma forma alternativa à mostrada no capítulo anterior (relatório).



Com esta função obtém-se a informação dos erros produzidos para ecrã, com os nós e barras das ligações no caso de pertencerem à estrutura ou na identificação da mesma no caso de ser uma ligação explícita.

Cada mensagem de erro vem precedida por um código de erro para a sua identificação no capítulo *Mensagens de Erro e Advertência.*


Nó 6. Barra 3, 25. Combinações de esforços. Erro 201.1: Não existem esforços últimos com os quais calcular
Nó 6. Barra 73, 45. Cartelas. Cartelas
Nó 8. Barra 4, 31. Combinações de esforços. Erro 201.1: Não existem esforços últimos com os quais calcular
Nó 8. Barra 80, 52. Cartelas. Cartelas
Nó 10. Barra 5, 53. Combinações de esforços. Erro 201.1: Não existem esforços últimos com os quais calcular
Nó 10. Barra 101, 73. Cartelas. Cartelas
Nó 12. Barra 6, 59. Combinações de esforços. Erro 201.1: Não existem esforços últimos com os quais calcular
Nó 12. Barra 108. 80. Cartelas. Cartelas
Secções
Erros

Existem ainda algumas utilidades na lista de ícones situada sobre a lista de erros, que se explicam de seguida :

Imprime a listagem para a impressora activa.

Exporta a listagem para um ficheiro, com o formato HTML/XML, Excel ou ASCII delimitado.

Altera o tipo de fonte e o seu tamanho.

Altera a cor de fundo.

Altera a cor da fonte.

Define a cor das linhas da separação.

Ver ambas linhas da quadrícula.

Activa a visualização das linhas horizontais de quadrícula.

Activa a visualização das linhas verticais da quadrícula.

Oculta linhas de quadrícula.

Visualizar a barra ou o nó afectado pelo erro. Assinala-se no ecrã as barras e o nó da ligação que se seleccionou o erro na lista.

Apaga a marca de erro. Elimina o erro seleccionado na lista de erros e todos os associados a essa ligação.

Bibliografia

Referências bibliográficas utilizadas neste manual do ***T-Connect***

(1) "Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-8: Design of joints". European Comitee for Standardization.

(2) "Joints in Steel Construction - Simple Connections", The Steel Construction Institute and The British Constructional Association Ltd, 2002.

(3) "Manual of Steel Construction. Volume II: Connections", American Institute of Steel Construction, Inc., 1992.

(4) EAE. Documento 0 Instrucción Española de Aço Estrutural (2007)

(5) "Estruturas de Aço. Ligações e Sistemas Estruturais (volume 2)", R. Argüelles Álvarez, et al.